સૃષ્ટિશાસ્ત્ર

ભાગ ૨ જો.

છઠ્ઠા ધોરણના વિદ્યાર્થીઓ તથા શિક્ષકો માટે

લેખક અને પ્રકાશક,

મથુરભાઈ કાળીદાસ પટેલ.

મુ. કલોલ (ઉત્તર ગુજરાત).

આવૃત્તિ ૧ લી. નકલ ૨૨૦૦.

અમદાવાદ.

" શ્રી સત્યપ્રકાશ " પ્રિન્ટિંગ પ્રેસમાં શા૦ પ્રેમચંદ લાલચંદ તથા ડાહ્યાભાઈ શકરાભાઈ ગાંધીએ છાપ્યું

કિંમત બાર આના.

વિષયોની અનુક્રમણિકા.

મુખ્ય વેચનાર

જીવનલાલ અમરશી મહેતા,

મેનેજર—પ્રિન્ટિંગવર્કસ એન્ડ બુકસ એજન્સિ.

શ્રીસત્યનારાયણ પ્રેસ; સિવિલ હૉસ્પિટાળ પાસે—અમદાવાદ.

જરૂરી શુદ્ધિપત્ર.



પૃષ્ટ.	લીટી	અશુદ્ધ	શુદ્ધ
૩૩	૧૫	ઉત્ચ્છવાસમાં	ઉચ્છવાસમાં
૩૪-૩૫-૩૬	૨૩,૧૦,૧૯	એળિયા	હેળિયા
૩૮	૭	પડખામાંથી	પડમાંથી
,,	૧૭	કાચની	પાણીની
૪૪	૧૯	વસ્તુ ખેંચાઈ	વસ્તુ તરફ ખેંચાઈ
૪૬	૨૦	સ્થીર	સ્થિર
૪૮	૧૯	બનેલો નથી	બનેલો નથી પણ
૪૯	૧	ચડે છે	ચઢે છે
,,	૨૬	પડી	પાડી
૫૦	૩-૪	ગરમ થયેલો... —પણ તે ગરમીથી થયેલો	ગરમીથી ગરમ થયેલો
૫૦	૧૩	અને. ૪	અને .૪
૫૧	૯	(×)	(+)
૫૨	૯	મૂકતાં તે	મૂકતાં
,,	૧૬	જીવને	જીવનને
,,	૧૭	હવામાં	હવામાંની
૫૫	૧૯	ભેરવી	ભેળવી
૫૯	૯	પૃથ્વીના પૃષ્ટપર	પૃથ્વીનું પૃથ્વીના પૃષ્ટપર
૬૧	૮	૩૦૦૦	૨૦૦° કે ૩૦૦°
૬૨	૧૩	એટલે કોઈ વાર ગોળ,	એટલે ગોળ,



સૃષ્ટિશાસ્ત્ર.

ભાગ ૨ જો.

પદાર્થ અને તેનાં ત્રણ રુપ.

પદાર્થની વ્યાખ્યાઃ—જેને વાસ્તવિક રુપ હોય, અને જે અવકાશ રોકી શકે તે **પદાર્થ** કે **દ્રવ્ય** કહેવાય છે. ગરમીને રુપ નથી કે અવકાશ રોકી શકતી નથી. પ્રકાશ, છાયા, વખત, ખટાશ વગેરેને માટે પણ તેમજ છે તેથી એ પદાર્થ—દ્રવ્ય નથી. પાણી, પત્થર, ઝાડ, બરફ, વરાળ, હવા, વાદળાં એ દ્રવ્ય–પદાર્થ છે; કેમકે તેમને આકાર છે અને એ અવકાશને ઘેરે છે. વા–હવા દેખાતાં નથી છતાં હાથ વિંઝવાથી જણાય છે. ખાલી વાસણને પાણીમાં ઉંધું રાખીએ છીએ તો પાણી ભરાતું નથી પણ પરપોટા રુપે પવન નીકળી જાય છે ત્યારે જ પાણી અંદર પેસે છે. ઓરડામાં ધૂમાડો છવાઇ જાય છે ત્યારે ઓરડાનો આકાર ધારણ કરે છે એથી વાયુને રુપ–આકાર છે અને તે અવકાશ ઘેરે છે તેથી એ પદાર્થ કે દ્રવ્ય છે.

પદાર્થનાં ત્રણ રુપઃ—સૃષ્ટિના સઘળા પદાર્થ ૩ મોટા વિભાગમાં આવી જાય છે. ૧ ઘન પદાર્થ, ૨ પ્રવાહી પદાર્થ, ૩ વાયુરુપ પદાર્થ.

ઘન પદાર્થઃ—પત્થર, ઢેફું, ખડીઓ, કપડું, અનાજ, ઝાડ, પેન્સીલ વગેરે ઘન રુપ–નક્કર રુપ પદાર્થ છે. આ પદાર્થોને અમુક આકાર હોય છે અને દબાણ ન કરીએ તો એ આકારમાં ફેરફાર થતો નથી. ચાકના ગાંગડાને પેટીમાં મૂકો કે વાસણમાં મૂકો તોપણ એકજ આકાર રહે છે. જ્યારે બળ વાપરીને એટલે કે દબાણ કરીને ભાગીએ છીએ ત્યારેજ એ આકાર બદલાય છે. ખાંડની ગાંગડીને અમુક આકાર છે અને ત્હેને વાડકામાં મૂકો, પ્યાલામાં મૂકો કે તપેલીમાં મૂકો તોપણ તેજ આકારની રહે છે, પણ જ્યારે પાણીમાં નાંખીએ છીએ ત્યારેજ આકાર–રુપ બદલાઇ જાય છે; લોઢાનો કકડો ગમે તેટલા દિવસ ઘરમાં રાખી મૂકીએ તોપણ એમાં કાંઈ ફેરફાર થતો નથી, પણ

જ્યારે લુહાર ભઠ્ઠીમાં મૂકી ખૂબ ગરમી આપે છે ત્યારે પીગળે છે યા ટીપી આકાર ફેરવે છે ત્યારેજ ફરે છે. સૃષ્ટિના દરેક પદાર્થ અસંખ્ય પરમાણુથી બનેલા છે. પદાર્થના વિભાગ કરતાં જેના પછીથી ગમે તેવાં સૂક્ષ્મદર્શક યંત્રો અને બારીક શાસ્ત્રોથી વિભાગ થઇ શકે નહિ તે ભાગ **પરમાણુ** કહેવાય છે. સૃષ્ટિના તમામ પદાર્થ આ પરમાણુઓના મેળાપથી બને છે. પરમાણુઓનો મેળાપ કરાવનાર શક્તિ સંબંધાકર્ષણ (આકર્ષણ—ખેંચાણ કરી સંબંધ કરી આપનાર)—સ્નેહાકર્ષણ (ખેંચાણ કરી સ્નેહ કરનાર) કહેવાય છે. ઘન પદાર્થમાં આ સ્નેહાકર્ષણશક્તિ વિશેષ હોવાથી આકારમાં દબાણ સિવાય ફેરફાર થઇ શકતો નથી તેથી એનો આકાર નિયમિત રહે છે. આકાર નિયમિત હોવાથી અવકાશ સરખોજ રોકે છે.

પ્રવાહી પદાર્થ—જે પદાર્થ પાણીની પેઠે વહે છે તે પ્રવાહી પદાર્થ કહેવાય છે. પાણી, તેલ, દીવેલ, મધ, દારૂ, પારો, શેરડીનો રસ, તાડી, દૂધ, છાશ, શાહી વગેરે પ્રવાહી પદાર્થ છે. પ્રવાહી પદાર્થને પોતાનો ખાસ આકાર નથી, પણ જે વાસણમાં ભરીએ તે વાસણનો આકાર તે ધારણ કરે છે અને તેની સપાટી એક સરખી રહે છે. એક વાસણમાંથી બીજા વાસણમાં રેડતાં આકાર બદલાય છે. વાસણમાં ન ભરતાં સરખી સપાટીપર રેડતાં ઢળતી જગા તરફ પથરાઇ જાય છે. એક વાસણમાં ભરેલું પાણી તેના જેવડા કે મોટા બીજા વાસણમાં સમાઇ જાય છે, પણ ન્હાના વાસણમાં સમાતું નથી. વાસણ પ્રમાણે આકાર ફરે છે પણ કદમાં—પરિમાણમાં (અવકાશના માપમાં) વધઘટ થતી નથી. ન્હાને પ્યાલામાં રેડો, તેમાંથી વાડકામાં રેડો કે રકાબીમાં રેડો છતાં જગો સરખીજ રોકે છે. શેરીઆ માપના લોટામાં શેર દૂધ સમાતું નથી અને ૧। શેર માપવાળા લોટામાં શેર દૂધ રેડતાં લોટો ભરાઇ જતો નથી. પાણી અસંખ્ય પરમાણુઓનું બનેલું છે. પાણીના દરેક ટીપામાં પણ અસંખ્ય પરમાણુઓ હોય છે. આ પરમાણુઓ સ્નેહાકર્ષણથી જોડાઇ પાણીરુપ પદાર્થ બને છે. એ શક્તિથીજ પ્રવાહી પદાર્થનાં ટીપાં બંધાય છે. પ્રવાહી પદાર્થોમાં સંબંધાકર્ષણશક્તિ હોય છે પણ ઘન પદાર્થના જેટલી જોરાવર હોતી નથી તેથી એની રજકણ—પરમાણુ છૂટી રહે છે અને છૂટી

રજકણોથી વાસણ પ્રમાણે આકાર ધારણ કરે છે; પણ વાસણ બદલાતાં એ શક્તિમાં ફેરફાર થતો નથી તેથી અવકાશ સરખોજ રોકાય છે અને તરતાં પરમાણુઓને લીધેજ નિયમિત રજકણો ગોઠવાઇ જઇ સપાટી સરખી રહે છે.

વાયુરુપ પદાર્થ—વરાળ, હવા-પવન ધૂમાડો એ વાયુરુપ પદાર્થ છે. વરાળ દેખાય છે પણ હવા દેખાતી નથી. ખરી રીતે વરાળ પણ દેખાય નહિ. હવામાંની ભીનાશથી વરાળ ઘટ્ટ રુપે થવાથીજ દેખાય છે. હવાને આકાર નથી પણ જે વસ્તુમાં ભરીએ તે વસ્તુનો આકાર ધારણ કરે છે; અને અવકાશ પણ વસ્તુ પ્રમાણે ઓછો વત્તો રોકે છે. વાસણમાં કે અમુક અવકાશમાં ન ભરતાં ખુલ્લો મૂકતાં પવન ફેલાઇ જાય છે. મોટા વાસણની વરાળ, ધુમાડો કે હવા ન્હાના વાસણમાં સમાય અને ન્હાના વાસણની મોટા વાસણમાં સમાય છે.

વાયુરુપ પદાર્થમાં સ્નેહાકર્ષણબળ હોતું નથી. વરાળ એ વાયુનું મંદ રુપ છે તેથી એમાં સહજ સ્નેહાકર્ષણ હોય છે, પણ પાણીના જેટલું નહિ હોવાથી સપાટીની મર્યાદા રહેતી નથી એટલે તે સરખી સપાટીએ નહિ રહેતાં ફેલાઇ જાય છે. વાયુરુપ પદાર્થમાં સ્નેહાકર્ષણબળ તો હોતું નથીજ પણ ઉલટું **પ્રતિસારક-પરમાણુઓને દૂર ધકેલવાનું બળ** હોય છે તેથી આ પદાર્થનાં પરમાણુઓ હંમેશ ગતિમાં હોય છે તેથી એમને ચોકસ આકાર નથી અને ચોકસ અવકાશમાં તે સમાતાં નથી એટલે ચોકસ કદ નથી.

પદાર્થના ૩ વર્ગ રુપને લીધે પડયા છે. પાણી પ્રવાહી રુપ છે તે ટાઢથી ઠરતાં બરફ થાય એટલે ઘન પદાર્થ બને અને વરાળ રુપે વાયુરુપ પદાર્થ બને. ધાતુ ઘન પદાર્થ છે છતાં સખત ગરમીથી ઉકળી પ્રવાહી થાય છે. મધ ઠરી ઘનરુપ થાય છે. ઘી ઠરતાં ઘનરુપ, પીગળતાં પ્રવાહી રુપ અને બળતાં વાયુરુપ ધારણ કરે છે. કપૂર ઘનરુપ છે, ને ગરમીથી પીગળતાં એકદમ વાયુરુપ ધારણ કરે છે. આ પ્રમાણે રુપ બદલતાં સ્નેહાકર્ષણ બદલાય છે એટલે આકાર અને કદનો ગુણ રુપ પ્રમાણે રહે છે.

પદાર્થના ગુણ.

ખાસ અને સામાન્ય ગુણ:—સૃષ્ટિમાં અસંખ્ય પદાર્થ છે અને દરેક પદાર્થમાં જૂદા જૂદા ગુણ હોય છે. કાચમાંથી જોઈ શકાય છે, પાણી-

માંથી ઝાંખું દેખાય છે, માટીમાંથી બિલકુલ દેખાતું નથી. આ પ્રમાણે અમુકજ વસ્તુમાં રહેલા ગુણ એ વસ્તુના ખાસ ગુણ કહેવાય છે; જેમકે પારદર્શકતા એ કાચનો ખાસ ગુણ છે. બધી વસ્તુમાં એ ગુણ હોત તો વસ્તુ માત્રનો એ સામાન્ય ગુણ કહેવાત.

પદાર્થના સામાન્ય ગુણ.

સૃષ્ટિના અસંખ્ય પદાર્થમાં એક સરખા ગુણ રહેલા છે તે પદાર્થના **સામાન્ય ગુણ** કહેવાય છે.

દરેક પદાર્થમાં સામાન્ય ગુણ ૭ છે—(૧) દરેક **પદાર્થ અમુક અવકાશ રોકે છે; (૨) દરેક પદાર્થ વિભાજ્ય છે; (૩) દરેક પદાર્થ સચ્છિદ્ર–છિદ્રવાળો હોય છે; (૪) દરેક પદાર્થ સ્થિતિસ્થાપક છે; (૫) દરેક પદાર્થ વજનદાર–વજનવાળો–ભારવાળો છે; (૬) દરેક પદાર્થ જડ છે; (૭) દરેક પદાર્થ અવિનાશી છે.**

(૧) દરેક પદાર્થ અમુક જગો રોકે છે અને તે જગામાં બીજી વસ્તુ મૂળ વસ્તુને ખસેડયા સિવાય રહી શકતી નથી. પાણીના પ્યાલામાં પૈસો નાખીએ તો તળિયે પાણીને ખસેડી પૈસો બેસે છે. ભરેલા પ્યાલામાં હાથ બોળતાં પાણી બહાર નીકળી જાય છે; કેમકે હાથને લીધે પાણીને ખસવું પડે છે. કાગડાને કુંજામાંથી પાણી પીવું હતું તેથી કાંકરા નાખી પાણી ઉંચું ચઢાવ્યું હતું. કાંકરા તળિયે બેસતાં પાણી ખસી ઉંચું ચઢયું. વાસણમાંના પવનને પાણી ભરાતાં બહાર નીકળવું પડે છે અને પવન અંદર હોય ત્યાં સુધી પાણીથી પેસાતું નથી.

છાયામાં કે તાપમાં ચોપડી છાયાને કે તાપને ખસેડયા વગર મૂકી શકાય તેમ પદાર્થમાં કશું ખસેડયા સિવાય ગરમી દાખલ કરાય; પણ છાયા, તાપ, ગરમી એ પદાર્થ નથી તેથી અવકાશ રોકતાં નથી તેથી જ એમ બને છે.

(૨) **વિભાજ્યપણું**—પરમાણુઓને છૂટાં પાડવાં તે. એક કાગળની કાપલીના બારીક ચપ્પુ અને સૂક્ષ્મદર્શકયંત્રથી અસંખ્ય ભાગ થઇ શકે, રંગની એક બારીક ગાંગડીને દશ શેર કે ૨૦ શેર પાણીમાં ઓગાળી અસંખ્ય રજકણો કરી શકીએ, ખાંડને ચ્હા કે દૂધમાં નાખી હલાવી ઓગાળી નાખીએ,

મીઠાની કાંકરી ખાવાના પદાર્થમાં ઓગાળી નાખીએ, કસ્તુરીના ૧ કણુથી ઓરડાને બે વરસ સુધી વાસવાળો બનાવી શકીએ અને એ રીતે ઘન, પ્રવાહી કે વાયુ રુપ પદાર્થના અનેક ભાગ કરી શકીએ. આમ પદાર્થના વિભાગ કરતાં પરમાણુ સુધી જવાય છે અને પરમાણુ એ વિભાજ્યતાની સીમા છે; કેમકે પરમાણુના વિભાગ થઇ શકતા નથી.[1]

(૩) **સૃષ્ટિના દરેક પદાર્થ પરમાણુઓ મળવાથી બનેલા છે પણ પરમાણુઓની વચમાં છિદ્ર હોય છે.** કેટલાક પદાર્થનાં છિદ્ર નજરે દેખાય છે અને કેટલાકનાં નજરે દેખાતાં નથી. પ્રાણીઓનાં શરીર છિદ્રાળુ હોવાથી પરસેવો નીકળે છે. માટી ઉપર પાણી રેડતાં તેમાં છિદ્રો હોવાથી અંદર ઉતરી જાય છે. લાકડામાં છિદ્ર હોય છે, તેથી પાણી શોષાઇ જાય અને બહાર પણ ઝરપે છે. સોના જેવી કઠણ ધાતુમાંથી પણ પાણી ઝરપે છે. પાણીમાં ખાંડ નાંખતાં ખાંડની રજકણો પાણીનાં છિદ્રોમાં ભરાઇ જાય છે તેથી પાણી અને ખાંડના વજન કરતાં મિશ્રણનું વજન કમી થાય છે અને કદમાં પણ વધારો થતો નથી. પદાર્થ વાયુ કે ભીનાશને ચૂસે છે તેથી પણ તે છિદ્રાળુ છે એમ સમજાય છે. પદાર્થ સચ્છિદ્ર હોવાથી દબાણથી દબાય છે. દબાવાથી વજનમાં ઘટ પડતી નથી પણ કદમાં ઘટે છે. છિદ્ર હોવાથી ગરમીથી પદાર્થ ફૂલે છે અને ઠંડકથી સંકોચાય છે. છિદ્ર થોડાં તેમ સંકોચ કમી હોય છે. ઘન અને દ્રવ પદાર્થ કમી સંકોચાય છે પણ વાયુ પદાર્થ બહુ સંકોચાય છે; કેમકે એ વધુ છિદ્રાળુ છે. ઘન પદાર્થોમાં વાદળી, કોલસો, બુચ વધુ છિદ્રાળુ છે.

(૪) **સ્થિતિસ્થાપકતા**—સ્થિતિ સ્થાપન કરવાપણું–મૂળ સ્થિતિ ધારણ કરવી તે. આકાર બદલાતાં છતાં અસલ આકાર ધારણ કરવાનું બળ કરે તે સ્થિતિસ્થાપકતા કહેવાય છે. હવા દાબી શકાય છે—હવાનો ભરેલો ફુગ્ગો દબાય છે અને દબાણ દૂર થતાં (હવા) પ્રસરી મૂળ રુપ ધારણ કરે છે. એ સ્થિતિસ્થાપકતા છે. બુચ દાબતાં દબાય છે અને વળી મૂળ રુપ ધારણ કરે છે. શીશાના સાંકડા મુખમાં બુચ દાબી બેસાડતાં મૂળ રુપ ધારણ કરતાં

---

૧. હાલ શોધ થઇ છે કે પરમાણુના પણ વિભાગ થાય છે અને એમ વિભાગ કરતાં છેવટે જે અવિભાજ્ય રહે છે તે ઈલેક્ટ્રોન કહેવાય છે.

મૂખ બરાબર બંધ થાય છે. મગરમચ્છનું હાડકું, નેતર, કમાન કાંટાની પોલાદની કમાન ખેંચતાં ખેંચાય છે અને મૂકતાં મૂળ રુપે બની જાય છે એ સ્થિતિ-સ્થાપકતાને લીધે થાય છે. ઘાટ બદલવા બળ કરવું પડે અને બળ લઇ લેતાં ઘાટ મૂળ રુપ ધારણ કરે ત્યારેજ સ્થિતિસ્થાપકતા કહેવાય છે. ભીની માટીના બળથી ઘાટ બદલાય છે પણ પછી બળ લઈ લેતાં મૂળ રુપ ધારણ થતું નથી. ઘન પદાર્થમાં એકંદરે આ ગુણ કમી હોય છે; કેમકે એ રુપે પદાર્થનું પ્રસરણ કે સંકોચન કમી હોય છે, છતાં થોડો પણ એ ગુણ તો છેજ. જેમાં વિશેષ ગુણ છે તે નજરે પડે છે અને બીજામાં નજરે દેખાતો નથી.

(૫) **પદાર્થ પરમાણુઓથી બને છે.** દરેક પરમાણુપર પૃથ્વીના મધ્ય બિન્દુમાંથી આકર્ષણ થાય છે. પદાર્થ ગમે તે રુપમાં હોય છતાં હરકોઇ પદાર્થના દરેક રજકણપર સરખું આકર્ષણ થાય છે. સોનાના, વરાળના અને પાણીના દરેક રજકણપર સરખું આકર્ષણ થાય છે તેથી પદાર્થના રજકણના પ્રમાણમાં આકર્ષણ વત્તું ઓછું થાય છે. એટલે જે પદાર્થમાં પરમાણુ વધુ તેના પર આકર્ષણ વધારે થાય છે. વાયુ કરતાં પાણીમાં રજકણ વધુ હોય છે, પાણી કરતાં મધમાં વધારે છે, મધ કરતાં પૈસામાં–ધાતુમાં વધારે છે–ધાતુમાં પિત્તળ કરતાં સોનામાં પરમાણુ વધુ છે, તેથી વાયુ કરતાં પાણીમાં, પાણી કરતાં મધમાં, મધ કરતાં ધાતુમાં–ધાતુમાં સોનામાં **વજન** વધારે છે. વાયુમાં પણ વજન છે; કેમકે વાયુના પરમાણુપર આકર્ષણ થાય છે. ખાલી ચંબુનું વજન વાયુવાળા ચંબુ કરતાં કમી થાય છે.

સ્નેહાકર્ષણથી પદાર્થનાં પરમાણુ જોડાય છે અને આકર્ષણબળથી પદાર્થમાં વજન હોય છે. સ્નેહાકર્ષણ વધુ તેમ પરમાણુ વધુ સજ્જડ હોય છે તેથી તેવા પદાર્થપર આકર્ષણ પણ વધુ થાય છે તેથી તે પદાર્થ વધુ ભારે હોય છે.

(૬) **પદાર્થ સ્થિર હોય તો પોતાની મેળે ગતિમાં આવતો નથી** અને ગતિમાં હોય તો પોતાના મેળે સ્થિર થતો નથી. આ ગુણ જડત્વગુણ કહેવાય છે. આકર્ષણને લીધે પદાર્થ સ્થિર રહે છે પણ ધક્કો લાગતાં આકર્ષણબળ નરમ પડે છે તેથી પદાર્થમાં ગતિ આવે છે. લખોટો ગબડાવતાં લીસી જમીનપર દૂર જાય છે અને ખડબચડી જમીનપર નજીકમાં અટકી

પડે છે. જમીનનો ખડબચડો ભાગ પદાર્થની ગતિને નરમ પાડે છે પણ લીસી જમીનપર એ અટકાવ ન હોવાથી ગતિ ચાલુ રહે છે. એથીજ જમીનપર ચાલતી ગાડીની ગતિ તરત અટકી પડે છે ત્યારે સપાટ રેલ્વેપર ડબ્બો દૂર સુધી ચાલ્યો જાય છે. આમ છતાં પણ લીસા રસ્તાપર ગતિમાન કરેલો પદાર્થ અટકી જાય છે ખરો. હવામાં ફેંકેલો પદાર્થ હવાનાં પરમાણુને અથડાતાં ગતિમાં મંદ પડે છે અને હવા લઇ લેતાં પણ ગતિ મંદ પડયા વગર રહેતી નથી. ગતિ મંદ કરનાર પૃથ્વીનું આકર્ષણ છે. પૃથ્વી દરેક પદાર્થને મધ્ય બિન્દુમાંથી પોતાના તરફ ખેંચે છે તેથી પદાર્થની ગતિ ધીમે ધીમે નરમ પડી બંધ પડી જાય છે. પદાર્થમાં પોતામાં સ્થિર થવાનો ગુણ નથી. આકર્ષણ ન હોય તો રેલ્વે પર ડબ્બો ગતિમાન કરતાં નિરંતર ચાલ્યાજ કરે.

(૭) **કોઈ પણ પદાર્થનો નાશ થતો નથી પણ રૂપાંતર થાય છે** એટલે પરમાણુઓ વેરાઈ જાય છે. પાણીમાં ખાંડ, પતાસું, મીઠું, નાશ થતું નથી પણ ઘન રુપમાંથી પ્રવાહી રુપમાં બદલાઇ પાણીમાં ભળી જાય છે. દેવતા પર પાણીની તપેલી મૂકતાં પાણી કમી થઇ જાય છે યા બિલકુલ રહેતું નથી, એમાં પાણી નાશ પામતું નથી પણ વરાળરુપ–વાયુરુપ ધારણ કરી હવામાં ભળી જાય છે. કોલસો બળતાં કાર્બન ઑક્સીજન સાથે મળી જાય છે અને ખનિજ રક્ષા નીચે રહે છે. એટલે કોલસો નાશ પામ્યો નથી પણ જૂદા જૂદા પરમાણુઓમાં ભળી રુપાંતર પામ્યો. સૃષ્ટિમાં કશું નવું થતું નથી. છૂટાં પરમાણુઓ જૂદી જૂદી સ્થિતિમાં ગોઠવાઇ પદાર્થ રુપે દૃશ્ય થાય છે. પાણી વરાળ રુપ ધારણ કરે છે, વરાળ વાદળાં રુપ ધારણ કરે છે, વાદળાં વરસાદ રુપે પડે છે, પાણી બરફ રુપ ધારણ કરે છે, એમ માત્ર પરમાણુઓનો ફેરફાર થઇ રુપાંતર પામે છે. જે નથી તે નાશ પામતું નથી એટલે પદાર્થ અવિનાશી છે.

બળ.

સ્થિર અને ગતિમાનનો ભેદ.—પૃથ્વી સ્થિર નથી પણ પોતાની ધરી ઉપર ફરે છે તેથી પૃથ્વી પરનો દરેક પદાર્થ પૃથ્વીની સાથે ફરતો હોવાથી હંમેશ ગતિમાં હોય છે છતાં ઘર, ઝાડ, બેઠેલાં, ઉભાં રહેલાં કે સૂતેલાં મનુષ્ય પશુ પક્ષી, સ્ટેશન ઉપર ઉભી રહેલી ગાડી વગેરે પદાર્થ

સ્થિર કહેવાય છે, અને નદીનું વહેતું પાણી, દોડતી ચાલતી ગાડી, ઉડતું પક્ષી, ચાલતાં વાદળાં, વહેતો પવન, રમતો દોડતો છોકરો, ફરકતી ધ્વજા, ઉંચે ચઢતી વરાળ વગેરે પદાર્થ ગતિમાં છે એમ કહેવાય છે. જે પદાર્થ આસપાસની વસ્તુના સંબંધમાં પોતાનું સ્થળ બદલતો નથી તે સ્થિર છે અને જે સ્થળ બદલે છે તે ગતિમાં છે એમ કહેવાય છે. ગાડી સ્ટેશન પર રહે છે ત્યાં સુધી સ્થિર કહેવાય છે પણ સ્ટેશનપર ઉભી રહેલી ગાડી સ્ટેશન છોડે છે એટલે ગતિમાં છે એમ કહેવાય છે. પોપટ ડાળીપર બેઠેલો હોય ત્યારે સ્થિર કહેવાય છે પણ ડાળી તજી દૂર ખસે છે ત્યારે ગતિમાં છે એમ ગણાય છે. ગતિમાન પદાર્થ બીજા પદાર્થના સંબંધમાં અટકી પડે ત્યારે સ્થિર થયો કહેવાય છે. ગડબડતી લખોટી જમીનપર અટકી પડી તે સ્થિર થઇ કહેવાય. સ્થિર પદાર્થ સ્થળ બદલે એટલે ગતિમાન થયો કહેવાય.

બળ—સ્થિર પદાર્થને સ્થળાંતર કરવાને બળ વાપરવું પડે છે. માણસ, પશુ, પક્ષી વગેરે પ્રાણીઓ પોતાની શક્તિ વાપરી ગતિમાન થાય છે. વધુ શક્તિ વાપરતાં વધુ ચલાય છે, થોડીથી થોડું ચલાય છે અને બિલકુલ શક્તિ નહોય તો ચલાતું નથી. આગગાડી એન્જીનના બળથી ચાલે છે, બળ કરી ફેંકવાથી પત્થરો દૂર જાય છે, ડાળીને હાથના બળવડે ઉંચી નીચી કરાય છે. એટલે પદાર્થને ગતિમાન કરવાને બહારથી બળ વાપરવું પડે છે; બળ થયા વગર સ્થિર પદાર્થ ગતિમાન થતો નથી.

ગતિમાન પદાર્થને સ્થિર કરવાને પણ બળની જરૂર પડે છે. પદાર્થ પોતે જેમ ગતિમાન થઇ શકતો નથી તેમ ગતિમાન પદાર્થ જાતે સ્થિર થઇ શકતો નથી. **પદાર્થના જડત્વ ગુણમાં—સ્થિર અથવા ગતિમાન અવસ્થામાં બહારની ઉપાધિ વડે વિકાર—ફેરફાર થાય છે એ ઉપાધિ-બળ કહેવાય છે.** બળ સિવાય પદાર્થોની અવસ્થામાં વિકાર થતો નથી.

બળથી કેટલીકવાર વિકાર થયેલો આંખવડે જોઇ શકાય છે અને ઘણી-વાર જોઇ શકાતો નથી. ભીંતને ધક્કો મારતાં ભીંત ગતિમાન થતી નથી. બે મલ્લ કુસ્તી કરતા હોય તેમાં એક બીજાને માથું મારી પાડી નાખવા તજવીજ કરો છતાં પડે નહિ છતાં બળ વપરાય છે. કોટ તોડવા તોપનો ગોળો ઝાટકે

લાગી પાછો પડે છે છતાં ગોળે કોટપર બળ તો વાપર્યુંજ છે. આ ઉપરથી બળની વ્યાખ્યા આ પ્રમાણે થાય. જે ઉપાધિથી પદાર્થની અવસ્થામાં વિકાર થાય અથવા વિકાર કરવાનો પ્રયત્ન થાય તે ઉપાધિબળ કહેવાય. ખાલી ગોળાએ કોટના સંબંધાકર્ષણમાં–મજબુતાઇમાં વિકાર તો કરેલો હોય છેજ. છેલ્લા ગોળાથી કોટ તૂટી પડે છે એમ નજરે દેખાય છે, પણ ખરી રીતે તમામ ગોળાના બળના સરવાળાથીજ કોટ તૂટી પડે છે એટલે બળ વાપરેલું દેખાય નહિ તોપણ પદાર્થની અવસ્થામાં વિકાર કર્યા વગર રહેતું નથી.

બળનું સમતોલપણું.

બળો વાપર્યાં છતાં સ્થિર પદાર્થ ગતિમાં આવે નહિ ત્યારે બળોનું સમતોલપણું થયું કહેવાય છે. એક ત્રાજવામાં ૫ રતલનું કાટલું મૂકીએ અને બીજામાં ૫ રતલ ઘઉં ભરીએ અને પછી જોખીએ તો દાંડીમાં ગતિ (ઉંચી નીચી થવાની ગતિ) આવતી નથી. દોરડાને બે બાજુએથી છોકરા ખેંચે છતાં દોરડું એક તરફ ખેંચાઇ જતું નથી. ત્રાજવામાંથી કાટલું ઉપાડી લેતાં ઘઉંવાળા ત્રાજવા તરફની દાંડી નીચે નમે છે અને ત્રાજવું જમીનપર બેસે છે; એક તરફના છોકરા દોરડું છોડી દે છે એટલે બીજી તરફ ખેંચાઈ જાય છે. આ બીજી તરફના છોકરા પડી જતાં પણ દોરડું ગતિમાન થાય છે. આ રીતે પદાર્થને ગતિમાન કરવા બળ તો વપરાય છે છતાં નજરે દેખાતું નથી એ ઉપરથી નિયમ બંધાય છે કે બે સમાન–સરખાં અને સામસામે વપરાતાં બળ એક બીજાનો નાશ કરે છે. બળનો નાશ થવાથી પદાર્થ જડત્વગુણને લીધે ગતિમાન થતો નથી.

ભીંતને ધક્કો માર્યો, ભીંત હાલી નહિ, મલ્લને લાત મારી, મલ્લ હાલ્યો નહિ એમાં બળની સમતોલતા નથી. ભીંતમાં ને મલ્લમાં સ્થિર રહેવાની શક્તિ વપરાયેલા બળ કરતાં વિશેષ હોવાથી ગતિ મળતી નથી તેથી સમતોલપણામાં સામસામે બળ વપરાવું જોઈએ.

જેમ બે સમાન અને સામસામે વપરાતાં બળ એક એકનો નાશ કરે છે તેમ ચોતરફ સીધી લીટીમાં સામસામે વપરાતાં બળ પણ નકામાં જાય છે. લાકડાના કકડાને ચોતરફથી બાંધી સીધી લીટીમાં સામસામે સમાન બળ

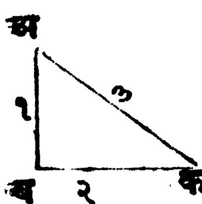
વપરાતાં લાકડું ગતિમાન થતું નથી. એક દિશામાં વપરાયેલાં બળોની અસર બળોના સરવાળા જેટલી થાય છે. એક એન્જીન આગગાડીને ખેંચે અને એક પાછળથી ધકેલે એટલે એકજ દિશામાં પદાર્થને ગતિમાન કરવાને બળ વપરાય છે તેથી બન્ને એન્જીનના બળ જેટલી આગગાડીમાં ગતિ આવે છે.

સમતોલપણાથી પદાર્થ સ્થિર રહે છે અને ગતિમાન પદાર્થ પણ સ્થિર થાય છે. ગતિમાન કરેલો પદાર્થ આકર્ષણ અને ઘસારા કે અટકાવથી બળ નરમ પડી આકર્ષણ જેટલું રહેતાં સ્થિર થઇ જાય છે. વાંસને બે તરફ સમતોલ રાખી નટ દોર પર સ્થિર રહે છે; કેમકે સમતોલપણાથી તેનામાં ગતિ આવતી નથી એટલે પડી જતો નથી.

ઢાળ.

ઢાળ—ત્રાંસો સપાટ ચઢાવ. ઘરમાં મેડાપર ચઢવાને ગોઠવેલો દાદર એ ઢાળ છે. ડુંગર પર ચઢવાને બનાવેલા માર્ગ ઢાળ ઘાટના હોય છે. સીધા ચઢવા કરતાં ઢાળ પર ચઢવાને બળ થોડું વાપરવું પડે છે. દાદર ઢાળ પડતા ન ગોઠવતાં સીધા કરવામાં આવે તો ત્રણ ચાર માળ ચઢવાનું કામ મુશ્કેલ થઇ પડે. સીધા ડુંગર પર ચઢાતું નથી અને ચઢે છે તો ઘણો થાક લાગે છે, પણ ઢાળપડતો માર્ગ કર્યો હોય તો વગર થાકે ચઢી શકાય છે. ગાડીઓ, ઘોડાઓ અને આગગાડીઓ ઢાળ પર દોડાવવાં સુગમ પડે છે.

ઢાળ એ એક યંત્ર—યાંત્રિક શક્તિ છે. એનાથી થોડા બળે વધારે અટકાવ દૂર કરી શકાય છે યા થોડા બળે વધારે વજન ઉંચું ચઢાવી શકાય છે.

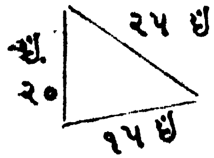


ઢાળને આપણે સાધારણ રીતે ઢોળાવ—ઢળતી ધીમે ધીમે નીચે ઉતરતી જગો કહીએ છીએ. ઘરનું છાપરું બે તરફ ઢાળવાળું હોય છે. બંગલાના આકારનું ઘર ચોતરફ ઢાળવાળું હોય છે. ઢાળનું પૃષ્ટ એ ઢાળની લંબાઈ છે. પાસેની આકૃતિમાં **અ ક** લીટી ઢાળ કે ઢાળની લંબાઇ છે. **બ** સ્થળથી **અ** સ્થળ પર વજન ચઢાવવું હોય તો સીધું ચઢાવવાને વધુ બળ કરવું પડે, પણ **ક અ** ઢાળ માર્ગે થોડા બળે ચઢાવી શકાય. આ ઢાળમાં **અ બ** લીટી પાયો છે. **અ બ** પાયા

સાથે ब अ क ખૂણો પાડી अ क ઢાળ કરેલો છે. આ ખૂણાના પ્રમાણમાં ઢાળ લાંબો ટુંકો થાય છે. એ ખૂણો જેમ ન્હાનો તેમ ઢાળ ટુંકો અને એક-દમ ઉતરતો થાય અને એ ખૂણો જેમ પહોળો હોય તેમ ઢાળ લાંબો અને ધીમે ધીમે ઉતરતો થાય છે.

લાભઃ—પાટીઆ પર પત્થર મૂકી ધીમે ધીમે ઉંચું કરતાં પત્થર સ્થિરજ રહે છે પણ વધુ ઉંચું થતાં પત્થર ખસવા માંડે છે. પત્થરને બદલે કડાવાળો મણિકો મૂકી તેને દોરી બાંધી દોરીને પાટીઆના ઉપરના છેડા પરથી નીચે સામી તરફ ઉતારી તેને છેડે વજન બાંધીએ એટલે મણિકો ખસતો નથી. વજન નાનું છતાં મણિકો સ્થિર રહે છે, પણ જેમ જેમ પાટીઉં ઉંચું થતું જાય તેમ તેમ કાટલું વધારવું પડે છે અને પાટીઉં તદ્દન ઉંચું થતાં ૧ મણનું કાટલું જોઇએ છે. વળી પાટીઉં ઢાળ પડતું કરતા જઇએ તેમ તેમ કાટલું કમી કરી શકાય છે. જેમ ઢાળ વધુ તેમ પદાર્થ પડી જવાની દહેશત કમી—બળ કમી કરવું પડે. ઢાળ જેમ ટુંકો—સીધો તેમ અટકાવ કરવાને બળ વધુ વાપરવું પડે છે. સારાંશ કે બળ ઓછું વાપરવું હોય તો ઢાળની લંબાઈ વધુ રાખવી જોઇએ. દાદર જેમ લાંબા હોય તેમ ચઢવાનું સુગમ પડે છે. પર્વતના ઢાળ જેમ અતિ લાંબા તેમ વગર થાકે પર્વતની ટોચે પહોંચી જવાય છે.

લાભનું કારણઃ—ઢાળ પરના માર્ગમાં થઇ પીપ સીધાં નહિ ચઢાવતાં આડાં તિરકસ લીટીમાં લે છે એટલે ચઢાવ કમી થતાં બળ વાપરવું સહેલું પડે છે. થેાડા બળે પદાર્થ ગતિમાન થઇ ઉંચે ચઢે છે, પણ વારંવાર એક દિશામાંથી બીજી દિશામાં અને બીજી દિશામાંથી પહેલી દિશામાં ગડબડાવતાં ઢાળનું લંબાણ વધે છે તેથી ઘણું બળ નકામું જાય છે; સીધું પીપ ચઢાવે તો થેાડું બળ વધુ કરવું પડે.ત્યારે અંતર ટુંકું થાય છે. આડું અવળું ચઢા-વતાં અંતર વધે છે તો બળ વાપરવું સુગમ પડે છે. ઢાળમાં પણ આજ સ્થિતિ છે. સીધે માર્ગે વજન ચઢાવતાં બળ પૂરું કરવું પડે છે ત્યારે અંતર કમી હોય છે; કારણ ઢાળની લંબાઈ કરતાં પાયાની ઉંચાઈ ઓછી હોય છે. ઢાળપર બળ થેાડું વાપરવું પડે છે તો ઢાળની લંબાઇ વધુ હોવાથી વધારે વખત બળ વાપરવું પડે છે એટલે **અંતરમાં ખોટ આવે તેટલો બળમાં નફો થાય છે.**



ઢાળ ૨૫ ઈંચનો હોય અને પાયો ૨૦ ઈંચ ઉંચાઇનો હોય તો ઢાળપર મણ બોજો ઘસડવાને સીધી લીટી કરતાં ⅘ બળ વાપરવું પડે; કેમકે ૨૦ ઈંચને બદલે ઢાળમાં ૨૫ ઈંચનું અંતર કાપતાં સુધી બળ વાપરવું પડે છે. ૧૦ ઈંચ લંબાઇનો ઢાળ છે ને ૧ ઈંચનો પાયો છે. ૧૦ શેર વજન ૧ ઈંચજ ઉંચું ચઢાવવાનું



છે એટલે ૧ શેર બળ વાપરવું પડે; કેમકે ૧ ઈંચ બોજો ચઢાવવાને ૧૦ ઈંચનો ઢાળ કરતાં ૧૦ ઈંચમાં બળ વાપરવું પડે છે એટલે વખત ૧૦ ગણો લાગે છે તેથી બળ ૧૦મા ભાગનું કરવું પડે છે. હવે જેમ ઢાળ ઉંચો થતો જાય એટલે પાયો વધતો જાય તેમ બળનું પ્રમાણ વધતું જાય. એટલે પાયો ૧૦ ઈંચ થાય તો ૧૦ શેર બળ વાપરવું પડે અને ઢાળ તદ્દન સીધો થઇ જતાં એટલે ૧૦ ઈંચનો પાયો થતાં ૧૦ શેરજ બળ વાપરવું પડે. અહીં ધ્યાનમાં રાખવું કે બળ પાયા આગળથી કરવાનું હોય છે. ઢાળ લાંબો હોય છે ત્યારે બળ કમી કરવું પડે છે. અંતર વધતાં બળ કમી વાપરવાથી સરભર થઇ રહે છે. લાભ એ કે ઢાળથી વખત જાય પણ બળ વાપરવું સુગમ પડે છે, અને વખત જતાં પણ થોડી મહેનતે કાર્ય થાય છે એ યાંત્રિક લાભ ગણાય છે.

ફાચર.

રચના—ફાચર એ બે તરફ ઢાળપડતી વસ્તુ છે. નરાણી, ચપ્પુ, નરાજ, ત્રિકમ, કોદાળો, ખરપડી, તાવેથો, કુહાડી, ફરસી, છીણો એ ફાચર છે. એમાં કેટલાકને ઢાળ કમી છે અને કેટલાકને વિશેષ છે. સાધારણ રીતે વધુ ઢાળ-વાળા છીણા, ફરસી, કુહાડી એ પદાર્થોને ફાચર નામથી ઓળખીએ છીએ. લાકડાને બે બાજુએ ઢાળ કરી વિવિધ પ્રકારની ફાચરો—ફાચર બનાવવામાં આવે છે.

ફાચરને બેવડો ઢાળ હોય છે અને બન્ને ઢાળના છેડા ફાચરને છેડે મળી જાય છે એટલે બન્ને ઢાળનો છેડો ધાર રુપ હોય છે. બન્ને ઢાળની લંબાઈ એ ફાચરની લંબાઈ હોય છે અને પાછલો છેડો—પાછળનું માથું એ ઢાળનો પાયો કે ઉંચાઈ હોય છે. ફાચરનું મથાળું સાંકડું હોય

તેમ ઢાળની ઉંચાઇ થેાડી હેાય છે અને ઢાળ સારેા થાય છે. વળી ઢાળની લંબાઈ વધે તેમ ઢાળ સારેા હેાય છે એથી ફાચરનું મથાળું સાંકડું અને લંબાઇ વધુ હેાય તેમ વાપરવાનું સહેલું પડે છે. છીણાનું માથું સાંકડું અને બન્ને ઢાળની લંબાઇ વધારે હેાય તેા સહેલથી વાપરી શકાય છે. માથું મેાટું હેાય ને ધાર સરસ હેાય તેાપણ ઢાળ ઓછેા હેાવાથી બળ વધુ કરવું પડે છે.

ઉપયેાગ—ઢાળમાં બેાજો ખસે છે પણ ઢાળ સ્થિર રહે છે. ઉદાહરણ તરિકે માળપર ચઢતાં દાદર સ્થિર રહે છે પણ મનુષ્ય ઢાળ માર્ગે ઉપર જાય છે. ફાચરમાં એથી ઉલટી ક્રિયા થાય છે. ફાચરનેા ઉપયેાગ થતાં ફાચર પેાતે ગતિમાન થાય છે અને પદાર્થ જે તે સ્થળે સ્થિર રહે છે. જમીન ઉપર બેઠેલું કબાટ, ઘરનું ચેાકઠું, ગેાદીમાં જમીન પર બેઠેલું વહાણ કે જમીનપર પડેલું લાકડું થેાડું ઉંચું કરવું હેાય તેા લાકડાનેા એક છેડેા છેાલી જીભ જેવેા ઢાળ કરી વજન નીચે દાખલ કરવામાં આવે છે એટલે એક બાજુએથી વજન જરા ઉંચું થાય છે, પછી સામી બાજુએ એમ કરતાં તે તરફથી ઉંચું થાય છે અને એ રીતે બે તરફથી ઉંચું થાય છે. ચારે તરફ ખુલ્લી જગેા હેાય તેા ચેાતરફથી ફાચર દાખલ કરી ઉંચકી શકે છે. અહીં ધ્યાનમાં રાખવું કે બેાજો ઊપડીને લાકડાના ઢાળેા ઉપર ચઢતેા નથી પણ ઢાળ પેાતેજ બેાજાની નીચે પેસે છે. જમીન અને બેાજા વચ્ચે ઢાળ દાખલ થવાથી બેાજાને ખસવું પડે છે; કેમકે બે પદાર્થ એકજ અવકાશમાં સાથે રહી શકતા નથી એ પદાર્થનેા ખાસ ગુણ છે. વળી અહીં બેાજાને ધક્કેા માર્યો નથી એટલે જડત્વગુણને લીધે તે સ્થળાંતર કરી શકતેા નથી. ફાચર—ઢાળવાળું લાકડું બેાજા નીચે ગતિમાન થાય છે. આ બળ પણ ઢાળની—ફાચરના ઢાળની સમાંતરે નહિ પણ ઢાળના પાયાને સમાંતરજ વપરાય છે; કેમકે લાકડાનેા બીજો છેડેા ઢાળનેા પાયેા છે. આવી ક્રિયાને સુતારેા કરાસી કરી કહે છે. ભારે બેાજો તળીએથી પકડી ઉંચું કરતાં વધુ બળ વાપરવું પડે છે, પણ ઢાળવાળી ફાચરથી ઓછા બળે તે ઉંચેા થઇ શકે છે.

દરરેાજના ઉપયેાગમાં આવતી ફાચર કુહાડી, ફરસી, છીણી વગેરે છે. કુહાડીની ધારને લાકડા પર બળથી વાપરતાં લાકડામાં ફાટ પડે છે અને ફાટમાં

છીણી મૂકી માથાપર ઘા કરતાં તે વધુ નીચે ઉતરી ફાટ-વકાસને વધારી લાકડાના ભાગ કરી નાખે છે. પદાર્થનાં પરમાણુઓ સંબંધાકર્ષણથી જોડાયેલાં છે. સંબંધાકર્ષણ તોડવાને માટે બળ વાપરવું પડે છે અને ફાચરથી એ બળ વાપરવું સહેલું પડે છે. ચપ્પુ, કોદાળી વગેરે પણ એજ બળને તોડવા વપરાય છે. ઘન પદાર્થમાં સંબંધાકર્ષણ વધુ હોય છે અને તેમાં પણ ધાતુઓમાં વિશેષ છે તેથી તેમાં વિશેષ બળ વાપરવું પડે છે. પ્રવાહી અને વાયુરૂપી પદાર્થમાં વિશેષ બળની જરૂર પડતી નથી છતાં થોડા બળની જરૂર પડે છે તેથી હોડી, વહાણ અને વિમાનનો ઘાટ ફાચર રૂપ બનાવવામાં આવે છે.

પેચ.

પેચ એ **ફેર** અથવા સ્ક્રુ પણ કહેવાય છે. પેચ એ ગોળાકાર ઢાળ છે. ગોળ ફરતા દાદર કે સીડીઓ, સીધા ડુંગરો પર ચઢવાના ગોળ રસ્તા, શીશાના બૂચ ખેંચી કાઢવાની મરોડી-ફેર, સાંકળાં, કંઠી વગેરેની ખીલીઓ, શેરડીનાં કોલુ, પુસ્તક બાંધવાના સંચા, રૂની અને ઘાસની ગાંસડી બાંધવાના સંચા અને રેલ્વે પર વપરાતાં ઢુમકલાસ, ફાનસના મુખના દટ્ટા, આંમળા-વાળા ખીલા ખુંટા વગેરે પેચ કહેવાય છે. પેચના દોરા એ ઢાળની લંબાઇ છે અને દોરા જેના પર વિંટાયેલા છે તે ભાગ ઢાળની ઉંચાઈ છે. ઢાળનો નિયમ છે કે પાયો ટુંકો અને ઢાળની લંબાઇ વિશેષ તેમ તે વધારે ઉપયોગી છે તેથી સ્ક્રુમાં દોરા જેમ વધુ સજ્જડ હોય તેમ ઢાળની લંબાઇ વધે છે તેથી પાસે પાસે સજ્જડ દોરા-આંમળાવાળો સ્ક્રુ ઉત્તમ ગણાય છે, મજબૂત મનાય છે. ઢાળ માર્ગે ગતિમાન થતો પદાર્થ ઢાળની લંબાઇએ ખસે છે અને ઢાળ પર રહીને ચઢે ઉતરે છે, પણ સ્ક્રુથી ઉપાડવાની વસ્તુ સ્ક્રુના માથાપર રહે છે અને દાબવાની વસ્તુ સ્ક્રુની નીચે રહે છે. સ્ક્રુના દોરા-ઢાળની લંબાઇ પર વસ્તુ રહેતીજ નથી. દોરા માત્ર સ્ક્રુને ઉંચા નીચા થવાને ખપ લાગે છે. કોલુ, ઘાણી વગેરેમાં દોરા પર વજન રહે છે; કેમકે દોરાની મદદથી એમાં વજનને ગતિમાન કરવામાં આવે છે.

ઉપયોગ—ચોકઠું કે બીજી વસ્તુ સજ્જડ કરવાને સ્ક્રુ વાપરતાં બે-માલૂમ સંધાઇ જાય છે. ફરનીચરમાં સ્ક્રુ વડે સાંધા મેળવાય છે. સ્ક્રુના જોડા-

ણુથી શેરડી પીલી રસ કાઢવાનું સુગમ થાય છે, સ્કુથી ઘાણીંઓ ફેરવી તેલ, દીવેલ કાઢી શકાય છે. ઘાસ અને રૂની ગાંસડીઓ દેશાવર મોકલવા લાયક મજબૂત બાંધી શકાય છે. ચોપડીઓ સજ્જડ બાંધી શકાય છે. ડુમકલાસથી એન્જીન જેવી ભારે વસ્તુઓ ઉંચકી સ્થળાંતર કરી શકાય છે. તેથી પાટા પરથી ઉતરી પડેલાં એન્જીન પાટા ઉપર ગોઠવી શકાય છે કે જમીન પરથી વહાણમાં અને વહાણમાંથી જમીન ઉપર ભારે વસ્તુઓ ગોઠવી શકાય છે. બેસી ગયેલાં ઘર એના વડે ઉંચકી શકાય છે. સ્કુ દોરાવાળી ખીલીઓથી દાગીના નીકળી જવાનો ભય દૂર થાય છે. સ્કુને મથાળે પાટીઆં જડી તેના પર વસ્તુઓ મૂકી સ્કુને ઉપર ચઢાવવાથી વસ્તુઓ ઉંચી ચઢે છે. દાબવાની વસ્તુઓ સ્કુની નીચે રાખી વસ્તુઓ પર સ્કુની નીચેનું પાટીઉં દાબવા સ્કુને નીચે ઉતારવામાં આવે છે.

પ્રકાર—સ્કુના દોરા સ્કુને ફેરવવાથી વસ્તુમાં પોતાની મેળે સજ્જડ બેસી જાય છે ત્યારે પસિયારાંની જરૂર રહેતી નથી, પણ સ્કુને ઉંચો નીચો કરવાની યા વારંવાર ફેરવવાની જરૂર પડે છે ત્યારે સ્કુને રહેવાને પસિયારાં કરવામાં આવે છે. દાબવા ઉંચકવાના સંચા, દાગીનાની ખીલીઓના સ્કુ, કોલુ કે ઘાણીના સ્કુ પશિયારાં હોય છે. સ્કુનો દોરો નર કહેવાય છે અને પસિયારાની ઓભણ માદા કહેવાય છે.નર માદાના સંબંધથી સ્કુ ફરી શકે છે.

જે સ્કુ ફેરવવાના હોતા નથી એટલે જેમને માદાની જરૂર હોતી નથી તેવા સ્કુના દોરા ધારદાર હોય છે; કેમકે ધારને લીધે તે સજ્જડ બેસી રહે છે. પસિયારાં સાથે વાપરવાના સ્કુના દોરા મોટા, આછા અને બુઠ્ઠા ચોરસ હોય છે.

ગુરૂત્વાકર્ષણ.

સ્થિર પદાર્થ પોતાની મેળે ગતિમાન થતો નથી અને ગતિમાન પદાર્થ પોતાની મેળે સ્થિર થતો નથી તેમ પદાર્થ પોતાની મેળે ગતિની દિશા બદલતો નથી. એમ છતાં પત્થરો ઉંચે ફેંકીએ છીએ ત્યારે ધીમે ધીમે વેગ કમી થતો જાય છે અને છેવટે સ્થિર થઈ પાછો નીચે વેગથી પડે છે. આંબા પરથી કેરી પડે છે તો જમીનપરજ પડે છે. કેરી ઉંચે સ્થિર રહેતી નથી કે આકાશ તરફ જતી નથી. તમામ પદાર્થ પૃથ્વીપરજ પડે છે અને પૃથ્વીપર

પડી સ્થિર થાય છે. પૃથ્વીપર ગતિમાન થતા પદાર્થની ગતિ પણ ધીમે ધીમે નરમ પડી જાય છે અને પદાર્થ સ્થિર થાય છે. દરેક વસ્તુને પૃથ્વી પોતાના તરફ ખેંચે છે, આ ખેંચાણ—આકર્ષણ ગુરુત્વાકર્ષણ કહેવાય છે. જે બળ વડે આકર્ષણ થાય છે તે બળ ગુરુત્વબળ–ગુરુત્વાકર્ષણબળ કહેવાય છે. આકર્ષણને લીધે દરેક વસ્તુમાં ભાર લાગે છે. જેમ આકર્ષણ વધુ તેમ પદાર્થનું વજન વિશેષ હોય છે. આકર્ષણ વસ્તુના દરેક પરમાણુ ઉપર સરખું થાય છે તેથી જે પદાર્થમાં પરમાણુ સંબંધાકર્ષણને લીધે વધુ હોય તેના ઉપર આકર્ષણ વધુ થાય છે તેથી તેમાં વજન વધુ હોય છે. ગુરુત્વ=ભાર–વજન. દરેક વસ્તુને ગતિમાન કરતાં બળ વાપરવું પડે છે અને ગતિમાન પદાર્થને સ્થિર કરવાને પણ સામે બળ વાપરવું પડે છે. પૃથ્વી તરફ દરેક વસ્તુ આકર્ષણબળથી ગતિમાન થાય છે તેથી એ બળ તે પદાર્થનું ગુરુત્વ–ભાર–વજન કહેવાય છે. પદાર્થના દરેક પરમાણુપર થયેલા બળનો સરવાળો તે વજન છે.

પદાર્થના દરેક પરમાણુપર સરખું આકર્ષણ થાય છે અને ગમે તે પદાર્થના દરેક રજકણપર પણ સરખુંજ આકર્ષણ થાય છે. પાણીના અને સોનાના દરેક પરમાણુપર સરખુંજ આકર્ષણ હોય છે, પણ જેમાં પરમાણુ વધુ હોય તેનાપર ગુરુત્વાકર્ષણબળ વધુ થાય છે એથી હરકોઇ પદાર્થ સાથે છોડી દેતાં સાથેજ નીચે પડવા જોઇએ; પણ ગુરુત્વાકર્ષણબળ વધતુ ઓછું હોવાથી અવકાશમાં રોકાયેલી હવા ભારે પદાર્થને થોડો અંતરાય કરી શકે છે અને હલકા પદાર્થને વધુ અંતરાય કરે છે તેથી ભારે પદાર્થ વહેલો પડે છે અને હલકો પદાર્થ પછી પડે છે. આજ કારણે કેટલાક પદાર્થ પાણીમાં તરે છે ને કેટલાક નીચે બેસે છે. કાચની નળીની હવા ખાલી કરી પત્થરો અને પીછું સાથે છોડી દેતાં સાથેજ નીચે બેસે છે; કેમકે હવાનો અંતરાય નીકળી જાય છે. (આ વિચાર ગેલિલીઓએ સિદ્ધ કર્યો હતો.)

દરેક વસ્તુને પૃથ્વી પોતાના મધ્યબિન્દુ તરફ ખેંચે છે તેમ દરેક પદાર્થ પણ પૃથ્વીને પોતાના તરફ ખેંચે છે; પરંતુ પૃથ્વીનાં પરમાણુઓનો જથો વિશેષ હોવાથી વિશેષ આકર્ષણબળ આગળ પદાર્થનાં થોડાં પરમાણુઓનું થોડું આકર્ષણબળ નરમ પડી જાય છે તેથી પદાર્થ પૃથ્વી તરફ ખેંચાઇ જાય

છે. વળી દરેક પદાર્થનાં દરેક પરમાણુ બીજા પદાર્થનાં દરેક પરમાણુને પોતાના તરફ ખેંચે છે. આ આકર્ષણબળ પરમાણુઓના જથાના પ્રમાણમાં હોય છે એટલે ભારે પદાર્થનું આકર્ષણબળ હલકા પદાર્થના આકર્ષણબળ કરતાં વધુ હોય છે છતાં મોટા પદાર્થ તરફ નાનો પદાર્થ ખેંચાઇ જતો નથી પણ તેનો જડત્વ ગુણ કાયમ રહે છે; કેમકે એ આકર્ષણબળને પૃથ્વીનું આકર્ષણ-બળ નરમ પાડી નાંખે છે. આકર્ષણ અંતરના પ્રમાણ પ્રમાણે વત્તું ઓછું હોય છે. બે પદાર્થનું અંતર હોય તે કરતાં બમણું વધારીએ તો આકર્ષણ $\frac{1}{4}$ ભાગનુંજ રહે છે અને ૮ ગણું વધારતાં $\frac{1}{64}$ ભાગનું રહે છે. એથી બલુ-નમાં ઉંચે ગયેલો પદાર્થ વજનમાં ઘટે છે અને કાટલાં પણ ઘટે છે. સૂર્ય ને પૃથ્વી વચ્ચે બહુ અંતર છે અને પદાર્થ પણ પૃથ્વી પાસે છે તેથી પૃથ્વી નાની છતાં સૂર્ય તરફ ખેંચાઈ જતી નથી અને પદાર્થ મોટા સૂર્ય તરફ નહિ ખેંચાતાં પૃથ્વી તરફજ ખેંચાઇ આવે છે. સૂર્ય પાસે હોય તો સર્વ સૂર્યમાંજ ખેંચાઇ જાય. આ આકર્ષણ દરેક પદાર્થના મધ્ય બિન્દુને જોડનારી સીધી લીટીમાં હોય છે. (ન્યૂટને આ વિચાર સિદ્ધ કર્યો છે.)

કાટખૂણે રહેલા પદાર્થથી એક બીજાનું આકર્ષણ નરમ પડી જાય છે. સામ સામેના પદાર્થ વચલા પદાર્થપર આકર્ષણ કરે તેમાંથી સરખું આકર્ષણ નાશ પામે છે અને જેનું આકર્ષણ જેટલું વધારે હોય છે તેટલીજ માત્ર અસર વચલા પદાર્થપર થાય છે, બે પદાર્થનાં સામ સામેનાં આકર્ષણમાંથી નાના પદાર્થના આકર્ષણ જેટલું મોટા પદાર્થના આકર્ષણમાંથી નાશ પામે છે અને વધારાનુંજ માત્ર અસર કરે છે. પૃથ્વીની નજીક પૃથ્વી જેવડો એકે પદાર્થ નથી તેથી પૃથ્વીના આકર્ષણમાંથી નાશ પામતાં પણ દરેક પદાર્થપર વિશેષ આકર્ષણ થઇ શકે છે તેથી દરેક પદાર્થ પૃથ્વી પરજ પડે છે. પૃથ્વી પોતે પણ ગુરુત્વાકર્ષણબળથી હયાતીમાં છે અને સૃષ્ટિની તમામ વસ્તુ એ બળથીજ રહેલી છે. આ બળ ન હોય તો પરમાણુમાત્ર વેરાઇ જાય અને સૃષ્ટિ બ્રહ્માની રાત્રી રૂપ બની જાય !!

ગુરુત્વમધ્યબિન્દુ.

પદાર્થને સમતોલ રાખનારું બિન્દુ તે ગુરુત્વમધ્યબિન્દુ—વજનનું મધ્ય

બિન્દુ. પદાર્થ અનેક પરમાણુનો બનેલો હોય છે છતાં તેના વચલા એક બિન્દુના પરમાણુએ તેને સ્થિર–સમતોલ રાખી શકાય છે. મધ્ય બિન્દુમાં સમાન બળ વાપરવાથી પદાર્થને સમતોલ રાખી શકાય. પદાર્થ ભારે હોય અને બળ તેટલું રાખીએ નહિ તો પદાર્થ નીચે પડે. વળી પદાર્થને સમતોલ રાખવાને વિરુદ્ધ દિશામાં બળ વાપરવું જોઇએ, એટલે દરેક પદાર્થ પૃથ્વી તરફ ખેંચાય છે માટે ઉંચે વપરાતું બળ વાપરવું જોઇએ. પદાર્થને નીચેથી ટેકા દઇને કે ઉપરથી લટકાવીને–ટંગાવીને સમતોલ રાખી શકીએ; કારણ કે બન્ને રીતે બળ એકજ દિશામાં અને એકજ ઉભી લીટીમાં વપરાય છે. પદાર્થને મધ્ય બિન્દુએ ન રાખીએ તો વિશેષ પરમાણુવાળો ભાગ તે તરફ નમી જાય એટલે પદાર્થ સમતોલ રહે નહિ.

ગુરુત્વમધ્યબિન્દુમાંથી પૃથ્વીપર સીધી લીટી દોરીએ તો તે ગુરુત્વ-રેખા–ગુરુત્વ લીટી કહેવાય છે. ગુરુત્વમધ્યબિન્દુ પદાર્થની અંદર હોય, કોર પર હોય કે બહાર પણ હોય છે; તેમ વચમાંનું બિન્દુ મધ્ય ભાગે હોય કે એક બાજુએ પણ હોય છે. એક બાજુએ જાડા પદાર્થનું મધ્ય બિન્દુ જાડા ભાગ તરફ હોય છે અને કામઠાનું ગુરુત્વમધ્યબિન્દુ બહાર હોય છે.

પદાર્થનું તળિઉં એ પદાર્થનો પાયો કહેવાય છે. બે પદાર્થ એક બીજા પર ગોઠવતાં સરખી જગામાં સમાઇ રહે તો નીચેના પદાર્થનું તળિઉં તે બન્ને પદાર્થનો પાયો કહેવાય છે. ઉપરના પદાર્થનું તળિઉં નીચેના પદાર્થની બહાર પડતું હોય તો ઉપરના પદાર્થનો પાયો બહાર પડેલો અને ઉંચે રહેલો કહેવાય છે. ગુરુત્વરેખા પાયાની અંદર પડે તો ઉપરનો પદાર્થ સ્થિર રહે, એક બાજુએ પડે તો ઉપરનો પદાર્થ તે તરફ નમી જાય અને બહાર પડે તો ઉપરનો પદાર્થ ઉથલી પડે છે. એથી ત્રાંસો ઢગલો ગડબડી પડે છે અને સીધો ઢગલો સ્થિર રહે છે. વળી આ ગુરુત્વમધ્યબિન્દુ તળિયામાં હોવું જોઇએ. તળિયાથી ઉંચું રહેતાં પદાર્થ ઉથલી પડે છે. ઘરનો કરો ઉપરથી પહોળો હોય તો ગુરુત્વ મધ્યબિન્દુ ઉંચું રહેવાથી કરો ઉથલી પડે છે. નાવડામાં ઉભા રહેતાં મધ્યબિન્દુ ઉંચું રહેતાં ઉથલી પડાય છે. ગાડામાં બહુ ઉંચી ગાંસડીઓ ગોઠવતાં મધ્યબિન્દુ ઉંચું રહેવાથી ઉથલી પડે છે.

માથે પાણીનું બેડું કે ગાંસડી મૂકતાં ગુરૂત્વરેસા બે પગની વચ્ચે રહે છે તેથી ટટાર રહી શકાય છે, પણ મજુર પીઠપર ગુણુ લે છે કે કાછીઓ કોથળો નાખી ચાલે છે ત્યારે તે સીધો રહે તો ગુરૂત્વમધ્યબિન્દુ ઉંચું અને પાછળ રહે તેથી તે પાછળ ઉથલી પડે છે માટે આગળ નમી મધ્ય બિન્દુની રેસા બે પગવચ્ચે લાવે છે. મધ્ય બિન્દુની રેસામાં બેસી રહેતાં ગમે તેવા દોડતા ઘોડાપર સવાર ટકી શકે છે પણ દોડતો ઘોડો એકદમ અટકી પડે છે યા ભડકવાથી ગતિની દિશા કે પાયારૂપ પોતાના શરીરની સ્થિતિ બદલે છે ત્યારે ગુરૂત્વ રેષા સવાર સાચવી શકતો નથી તો પડી જાય છે અને સાચવી શકે છે તે સ્થિર રહી—ટકી શકે છે. એક બાજુએ એક હાથે વજન પકડતાં મધ્ય રેસા વચમાં લાવવા સામી બાજુએ નમવું પડે છે. મલ્લ અને રમતા છોકરા પહોળા પગ રાખી ઉભા રહે છે, દીવીનું તળિઉં પહોળું રાખવામાં આવે છે, કરા નીચેથી પહોળા અને ઉપરથી સાંકડા રાખવાને બે તરફથી સરખી કપાત કરવામાં આવે છે, પીરામીડોના પાયા નીચેથી પહોળા અને ઉપરથી સાંકડા કરવામાં આવે છે એ સર્વ ગુરૂત્વ રેસાને વચમાં લાવવા સારૂજ હોય છે.

અવાજ.

અવાજનાં બીજાં નામ નાદ કે ધ્વનિ છે. હવામાં વિકાર થતાં મોજાં ઉત્પન્ન થઇ કાનની ઇંદ્રિયપર અસર થાય છે તે અવાજ કહેવાય છે.

ઘંટપર ઘા કરતાં ઘંટનાં પરમાણુઓ ધ્રૂજી ઉઠે છે અને એ ધ્રૂજતાં પરમાણુઓ ઘંટને લાગેલી હવાનાં પરમાણુઓને ધ્રૂજાવે છે અને હવાનાં ધ્રૂજેલાં પરમાણુઓ પાસેની હવાનાં પરમાણુઓને ધ્રૂજાવી પોતે સ્થિર થાય છે યા ઘંટ વાગતો ચાલુ રહેલો હોય છે તો પોતે ધ્રૂજી પાસેનાને ધ્રૂજાવે છે. આમ જવાની ગતિ કે ધ્રૂજાવવાનું બળ ધીમે ધીમે દૂર જતાં કમી થતું જાય છે. આ પ્રમાણે ઘંટની ચોતરફ હવામાં મોજાં ઉત્પન્ન થાય છે. આ ધ્રૂજતાં મોજાંના તરંગ કાનમાં પ્રવેશે છે ને બહારના પડદામાંથી આડા અવળા માર્ગે અંદરના બીજા પડદા પાસે જાય છે તેની અંદર પ્રવાહી પદાર્થ ભરેલો હોય છે. એ પ્રવાહી પદાર્થનો સંબંધ અંદરના ત્રીજા પડદા સાથે હોય છે. એ ત્રીજા પડદામાં ૩૦૦૦ અતિ બારીક સાંભળવાની ઇંદ્રિયના જ્ઞાનતન્તુ ગોઠ-

વાયેલા હોય છે. બીજા પડદામાંથી ધ્રૂજતું મોજું પ્રવાહી માર્ગે ત્રીજા પડદા પાસે આવી જ્ઞાનતન્તુને સમજાવે છે એટલે એ તન્તુઓ મગજને ખબર આપે છે તેથી અવાજનું જ્ઞાન થાય છે. આજ પ્રમાણે બોલતાં મુખપાસેની હવામાં મોજાં ઉત્પન્ન થાય છે અને હરકોઇ પ્રકારે અવાજ થતાં હવા મારફત મોજાં ઉત્પન્ન થઈ અવાજનું ભાન આપણને થાય છે.

હવા નહોય તો મોજાં ઉત્પન્ન થાય નહિ એટલે અવાજ સંભળાય નહિ. હવાજ પદાર્થની ધ્રૂજતી ગતિની વાહક (લઇ જનાર) છે. હવા કરતાં લાકડામાં અવાજને લઇ જવાની શક્તિ વિશેષ છે તેથી કાનમાં લાકડી રાખી બીજે છેડે બહુ ધીમો અવાજ કરાવતાં સ્પષ્ટ સંભળાય છે. હવાની પેઠે લાકડી પણ પરમાણુઓ ધ્રૂજી અવાજને પહોંચાડે છે.

અવાજ કર્યા પછી પડઘો પાછળથી સંભળાય છે. કેમકે અવાજને ચાલતાં વાર લાગે છે. અવાજનાં મોજાં સામે અથડાતાં એ મોજાં પાછા વળી કાનને સંભળાય છે તેથી પડઘો થાય છે. સામે અટકાવ થતો ન હોય તો પડઘો થતો નથી. અવાજ દર સેકન્ડે સાધારણ ઉષ્ણતામાને ૧૧૪૦ ફીટ ચાલે છે અને ૧૧૨૦ થી ૧૧૪૦ ફીટનો વેગ સાધારણપણે ગણાય છે.

ગરમીની ઉત્પત્તિ.

ગરમી એ પદાર્થ નથી, પણ શક્તિ છે; કેમકે એમાં વજન નથી અને એ અવકાશને રોકતી નથી કે હાથમાં પકડી શકાતી નથી. ગરમી ઉષ્ણતા—ઉષ્મા—તાપ વગેરે નામથી ઓળખાય છે. ગરમી માત્ર અસરથી સમજાય છે. તડકે ઉભા રહેતાં કે દેવતા પાસે બેસતાં તાપ લાગે છે, બરફ તડકાથી પીગળે છે, આમ જેનાથી અસર થાય છે તે ગરમી છે એમ કહેવાય છે. ગરમી બે કાર્ય કરે છે. (૧) ગરમી પદાર્થને ફૂલાવે છે; (૨) પદાર્થનું રૂપાંતર કરે છે. આ બે કાર્યથી ગરમી સમજી શકાય છે.

ગરમીની ઉત્પત્તિ—ગરમી એ માત્ર એક પ્રકારની ગતિ છે, પદાર્થનાં પરમાણુઓ ધ્રૂજતાં કે ધ્રૂજતી ગતિને લીધે ગરમી ઉત્પન્ન થાય છે. ઠંડા પદાર્થ અફાળવાથી, દાબવાથી કે ઘસવાથી ગરમી ઉત્પન્ન થાય છે; કેમકે એથી પદાર્થનાં પરમાણુઓમાં ગતિ ઉત્પન્ન થાય છે. પદાર્થ ગરમ કરવાથી

પણ પરમાણુ ગતિમાન થાય છે તેથી ગરમી ઉત્પન્ન થાય છે. ગતિ પામેલાં પરમાણુ નજીકનાં પરમાણુઓને ગતિ આપે છે અને પોતે મૂળ જગોએ સ્થિર થાય છે. એ રીતે પદાર્થનાં તમામ અણુઓ ધ્રૂજી ઉઠે છે તેથી ગતિ ઉત્પન્ન થાય છે. સૂતાર સારડી ફેરવે છે ત્યારે એજ રીતે ગરમી ઉત્પન્ન થાય છે; કેમકે એથી પરમાણુઓ ધ્રૂજી ઉઠે છે. વાયુનળીમાં વાયુનું દબાણ થતાં કોલસો સળગી ઉઠે એટલી ગરમી ઉત્પન્ન થાય છે. જે પદાર્થમાં રજકણો જોરથી ધ્રૂજે છે તે વધુ ગરમ હોય છે—જલદી અને વધુ ગરમ થયેલો લાગે છે.

ઈથરનાં મોજાં—ઇથર એ પ્રવાહી, અતિ પાતળો અને સ્થિતિસ્થાપક પદાર્થ છે. એ ઇથર ઘટ્ટ પદાર્થમાં, પારદર્શક પદાર્થમાં, પ્રવાહી પદાર્થમાં અતિ પાતળા વાયુઓમાં અને સર્વત્ર આકાશમાં પ્રસરેલો છે. કોઇ પદાર્થને દાબવાથી, ઠોકવાથી, ઘસવાથી કે તપાવવાથી પદાર્થનાં પરમાણુઓ ધ્રૂજી ઉઠે છે ત્યારે એ ધ્રૂજતાં પરમાણુઓથી ઇથરનાં પરમાણુઓ ધ્રૂજી ઇથરનાં મોજાં ઉત્પન્ન થાય છે એટલે ઇથરનાં પરમાણુઓ એક બીજાને ધ્રૂજાવી મૂકે છે. આ મોજાંનો અવકાશમાં વેગ દર સેકન્ડે ૧૮૬૦૦૦ મૈલ હોય છે. આ વેગે મોજાં પ્રસરી એક પદાર્થમાં ઉત્પન્ન કરેલી ગરમી બીજા પદાર્થોના પરમાણુઓને પહોંચાડે છે એટલે બીજા પદાર્થનાં પરમાણુઓ ધ્રૂજી ગરમ થાય છે. આપણુને પણ સામા પદાર્થની ગરમી ઇથરનાં મોજાં મારફત મળે છે અને તેથી આપણા શરીરના પરમાણુઓ ધ્રૂજી ગરમ થયેલા લાગે છે જેને આપણે તાપ—ગરમી—ઉષ્ણતા—ઉષ્મા લાગી કહીએ છીએ. પદાર્થ ગરમ છે કે નહિ એ ઇથરનાં મોજાંથી જાણીએ છીએ. સૂર્યની ગરમી પણ આપણુને ઇથર મારફત મળે છે.

ગરમીનું કાર્ય—પદાર્થનું—પ્રસરણ—પદાર્થમાં ઉષ્ણતા ઉત્પન્ન થતાં ધ્રૂજતી ગતિ ઉત્પન્ન થાય છે તેથી સંબંધાકર્ષણબળ ઘટે છે તેથી ગરમી ઉત્પન્ન થતાં દરેક પદાર્થ ફૂલે છે એટલે કદ—પરિમાણ વધે છે. ગોળો ઠંડો હોય અને કાણામાં પેસ નીકળ થતો હોય છતાં ધગધગતી સઘડીમાં ગરમ કરતાં ફૂલવાથી કાણામાં ઉતરતો નથી. પેડાની વાટ લાકડાના ઘેરાવા કરતાં

નાની રાખી ગરમ કરી બેસાડે છે અને ઠંડીથી ગરમી નીકળી જવાથી પદાર્થ સંકોચાય છે તેથી વાટ પૈડાપર બરાબર બેસી રહે છે. ઉનાળામાં ગરમીથી પ્રસરણ પામતાં વાટ ઉતરી જાય છે. રેલ્વેના પાટા દબાણ અને ઉનાળાના તાપથી પ્રસરણ પામે છે તેથી સાંધા પર અંતર રાખવામાં આવે છે, તેમ ન રાખે તો છેડા ઉંચા થઇ જાય. પૂલનાં લોઢાનાં ભૂંગળાં વધે છે તેથી સાંધા નહિ જડતાં એકમાં બીજુ ભૂંગળું દાખલ કરવામાં આવે છે તેથી પૂલની મજબૂતાઇમાં હરકત આવતી નથી; કેમકે પદાર્થ ફૂલતાં અને સંકોચાતાં જોર થવાથી તૂટી જાય છે. શીશાના મુખમાં કાચનો ડટ્ટો સજ્જડ બેસી જતાં શીશાનું મુખ ગરમ પાણીથી ગરમ કરતાં પ્રસરે છે એટલે ડટ્ટો નીકળી શકે છે.

જૂદા જૂદા ઘન પદાર્થ સરખી ગરમીથી વત્તા ઓછા પ્રસરણ પામે છે અને વત્તા ઓછા ગરમ થાય છે. પદાર્થ પર હવાની ઉષ્ણતાની પણ અસર થાય છે તેથી ધાતુના ગજ દેશમાં એકજ ધાતુના વાપરવા જોઇએ; નહિ તો એકજ ઋતુમાં લાંબા ટુંકા થાય.

ગરમીથી ત્રણે પદાર્થ ફૂલે છે; કેમકે ત્રણે પ્રકારમાં સંબંધાકર્ષણ નરમ પડે છે અને પ્રતિસારકશક્તિ વધતી જાય છે. સ્નેહાકર્ષણબળ નરમ પાડવા ધાતુઓ ગરમ કરી કાપે છે, ટીપે છે, વાળે છે. તપેલીમાં પાણી ભરી ગરમ કરતાં ઉભરાઇ જાય છે એ પાણી ફુલવાથી બને છે. ફુક્કામાં હવા ભરી ગરમ કરતાં હવા પ્રસરી ફુક્કો ભરાયેલો દેખાય છે. ગરમીમાં બાફેલો બટાટો ફૂલી સ્નેહાકર્ષણ નરમ પડે છે તેથી ભૂકો થઇ જાય છે.

ગરમીથી અણુઓ ગતિ પામી અંતર વધે છે તેથી પદાર્થનું કદ વધે છે, પણ ગરમી નીકળી જતાં અણુઓ મૂળ જગોએ ગોઠવાઇ જાય છે તેથી સંકોચાય છે. એકદમ વધુ ગરમી મળતાં પરમાણુ અવ્યવસ્થિત થઇ જતાં પદાર્થ તૂટી જાય છે અને એકદમ ઠંડો પડતાં પણ પદાર્થનાં પરમાણુ અવ્યવસ્થિત ગોઠવાઇ જતાં તૂટી જાય છે યા બરડ થઇ જાય છે.

અપવાદ–રબર, લાકડું કાગળ, માટી, ભીનું કપડું, વગેરે ગરમીથી સંકોચાય છે અને ભિનાશથી ફૂલે છે. પાણીમાંથી ગરમી નીકળી જતાં બરફ થાય છે ત્યારે કદ વધે છે. આ અપવાદમાં ગરમીથી સ્નેહાકર્ષણ વધે

છે અને ગરમી નીકળી જતાં સ્નેહાકર્ષણ ઘટે છે. કાગળ ગરમી પર ધરતાં કરચલી વળી જાય. પીપ અને વહાણ કે હોડીનાં સીધાં લાકડાં ગરમીથી સંકોચાવી વાંકાં વાળવામાં આવે છે. વાંકાં લાકડાં સામી તરફ સંકોચાવી સીધાં કરવામાં આવે છે. લાકડાના ફરનીચરના સાંધા ઉનાળામાં બેસાડેલા ચોમાસામાં સજ્જડ થાય છે, પણ ચોમાસામાં બેસાડેલા સાંધા ઉનાળામાં ગરમીથી સંકોચાતાં ઢીલા પડી જાય છે. પાણીની નળીઓ શિયાળામાં ઠંડા મૂલકમાં બરફથી તૂટી જાય તેથી બરફ ન બંધાવા તજવીજ રાખવી પડે છે. ખડકોમાં ચોમાસાનું પાણી ભરાઈ રહી શિયાળામાં ઠરી ફૂલતાં ખડકો તૂટી પડે છે.

(૨) **ગરમીથી પદાર્થનું રૂપાંતર થાય છે.**—ગરમી વધતાં સ્નેહાકર્ષણ જેટલું પ્રતિસારકબળ થાય એટલે ઘન પદાર્થ પ્રવાહી રુપ ધારણ કરે છે. જેમાં સ્નેહાકર્પણબળ વધુ હોય તેને પ્રવાહી રુપ કરવાને વધુ ગરમી જોઇએ. પ્રવાહીરુપમાં ગરમી વધારતાં સ્નેહાકર્ષણબળ દબાઇ જાય છે અને પ્રતિસારકબળ વધે છે એટલે પ્રવાહી પદાર્થ વાયુરુપ ધારણ કરે છે. ગરમી નીકળી જવાથી વાયુરુપ પદાર્થ પ્રવાહીરુપ ધારણ કરે છે એટલે પ્રતિસારકબળ ઘટે છે અને સ્નેહાકર્ષણ વધે છે અને બન્ને સમતોલ થાય છે. વળી વધુ ગરમી કાઢી નાંખતાં પ્રતિસારકબળ નાશ થાય છે અને સ્નેહાકર્પણબળ વધે છે અને પદાર્થ ઘનરુપ ધારણ કરે છે. આ પ્રમાણે ગરમીથી પદાર્થના રુપમાં ફેરફાર થાય છે.

કપુર ગરમીથી પ્રવાહીરુપ થતાની સાથેજ વાયુરુપ ધારણ કરે છે. બરફમાં સ્નેહાકર્ષણ વધવાને બદલે ઘટે છે તેથી હલકો હોય છે અને પાણીમાં તરી શકે છે એથી ઠંડા મૂલકોમાં નીચે જળચર પ્રાણીઓ જીવી શકે છે.

ગરમીનાં કિરણ—પ્રકાશનાં કિરણ પારદર્શક પદાર્થમાંથી વધારે અને થોડા પારદર્શક પદાર્થમાંથી થોડાં પ્રવેશી શકે છે; પણ ગરમીનાં કિરણ પ્રકાશની પેઠે સઘળા પદાર્થમાં થઈ એક સરખી રીતે પ્રવેશી શકતાં નથી. વળી ગરમીવાળા પદાર્થપર પણ કિરણોનો આધાર રહે છે. સૂર્યનાં ગરમીનાં કિરણ જૂદા જૂદા રંગના કાચમાંથી સહજ જઇ શકે છે—પ્રવેશી શકે છે, પણ દીવાની જ્યોતનાં કિરણ તેટલી સહેલાઇથી જઈ શકતાં નથી. આ કારણથી રંગિત ચીમની વાપરતાં જ્યોતની ગરમી કમી લાગે છે. સૂર્યનાં કિરણ સીધાં

પડે છે તેથી કાચમાંથી પ્રવેશ કરી શકે છે. કાચમાં થઇ પ્રવેશેલાં કિરણ જમીન પર પડે છે એટલે તેનું મૂળરૂપ બદલાઇ જાય છે અને દીવાની જ્યોતનાં કિરણ જેમ પ્રવેશ કરી શકતાં નથી તેમ આ કિરણ કાચમાં પ્રવેશી બહાર નીકળી શકતાં નથી, એથી અંદર ગરમી એકઠી થાય છે–વધે છે. ઉનાળામાં કાચની બારીઓવાળા ઘરમાં ગરમી વિશેષ રહે છે અને ઠંડા મૂલકોમાં છોડને શિયાળામાં ગરમી આપવા કે વધુ ગરમીમાં ઉછરી શકતા છોડને ગરમી પૂરી પાડવા કાચનાં ઘર રાખવાં પડે છે; કેમકે કાચનાં ઘરથી ગરમી પ્રવેશે છે, પણ નીકળી શકતી નથી તેથી એકઠી થયા કરે છે. ભેજવાળાં ઘરમાંથી ભેજ દૂર રાખવા કાચની બારીઓ ઉપયોગી થઇ પડે છે.

ગરમીની ગતિ.

ઉષ્ણતાના જથામાં અને ઉષ્ણતાની અસરમાં ફેર છે. પાણીમાં હાથ બોળાય તેટલી ગરમી દાખલ કરીએ અને તેટલીજ ગરમી ધાતુના સળીઆમાં દાખલ કરીએ છતાં સળીઓ હાથમાં પકડી નહિ શકાય એટલો ગરમ થઈ જાય છે એટલે એ બે પદાર્થમાં ઉષ્ણતાનો જથો સરખો છે છતાં ઉષ્ણતાનું માપ સરખું નથી. અહીં પાણીનું ઉષ્ણમાન કમી છે અને સળીઆનું ઉષ્ણમાન વધુ છે. હવે એ સળીઆને એજ પાણીમાં બોળીશું તો પાણીમાં સળીઆની ગરમી જશે અને પાણી અને સળીઓ ઉષ્ણમાનમાં સરખાં થઇ જશે એટલે ઉષ્ણમાનમાં જે પદાર્થ વધુ હોય–જે પદાર્થ વધુ ગરમ હોય તેમાંથી ગરમી થોડા ગરમ પદાર્થમાં દાખલ થાય છે. આ રીતે એક પદાર્થમાંથી ગરમી બીજા પદાર્થમાં જાય છે. ગરમી ત્રણ રીતે ગતિ કરે છે. (૧) ઇથરનાં મોજાં મારફત ગરમી વહે છે; (૨) પદાર્થનાં પરમાણુ ધ્રૂજી સંસર્ગથી બીજા પદાર્થને ધ્રૂજાવી ગરમી વહેવરાવે છે; (૩) પદાર્થનાં રજકાણોનું ભ્રમણ થઇ ગરમી વહે છે.

૧. ઇથરનાં મોજાં મારફત વહેતી ગરમી–સૂર્યમાંથી ગરમી આવતાં પદાર્થો તપી ઉઠે છે. સૂર્ય અને પદાર્થનો સંસર્ગ થતો નથી છતાં પદાર્થ ગરમ થઈ જાય છે. દીવો કરતાં કે સળગાવતાં બધા ઓરડામાં ગરમી ફેલાઇ જાય છે અને આપણને દૂરથી પણ વગર સંસર્ગે ગરમી લાગે

છે. અહીં ગરમી હવા પણ પ્રસરાવતી નથી; કેમકે હવાનાં રજકણો તપતાં ઉંચાં ચઢે છે અને અહીં તો બાજુએ પણ ગરમી લાગે છે. વળી હવાનાં પરમાણુમાં સંબંધ નથી તેથી પણ સંસર્ગથી આ ગરમી ફેલાતી નથી. ગરમ પદાર્થ બાજુપર ગરમીનાં કિરણ ફેંકે છે તેથી પાસેનાં ઇથરનાં પરમાણુઓ ધ્રૂજી ઉઠી મોજાં ઉત્પન્ન કરી ગરમીને ફેલાવે છે. હરકોઈ બળતા પદાર્થની ગરમી એ રીતે બાજુએ ફેલાય છે અને સૂર્યની ગરમી પણ એજ રીતે પૃથ્વીપર આવે છે. જો હવા ગરમ થતી થતી આવતી હોત તો ઉંચેની હવા વધુ ગરમ હોત પણ તેમ નથી. હવા નીચેની ગરમ ને ઉપરની ઠંડી હોય છે.

૨. સંસર્ગથી વહેતી ગરમી–લોઢાનાં સળીઆનો દેવતામાં મૂકેલો ભાગ ગરમ થાય અને પછી ધીમે ધીમે બધો સળીઓ જે ભઠ્ઠામાં મૂકેલો ન હોય તે પણ ગરમ થઇ જાય છે. સળીઓ અસંખ્ય પરમાણુઓનો બનેલો હોય છે. દેવતામાં મૂકેલા ભાગનાં પરમાણુ ફૂલી ગતિમાન થાય છે અને ધ્રૂજારો ઉત્પન્ન કરી આખા સળીઆમાં ગરમીને ફેલાવે છે. અહીં પરમાણુ સ્થળ બદલતાં નથી પણ ધ્રુજી મૂળ જગોએ આવી સ્થિર થાય છે

આ પરમાણુઓના સંસર્ગથી ગરમી વહે છે. ધગધગતો ગોળો બાજઠ પર મૂકતાં સંસર્ગથી બાજઠ ગરમ થાય છે.

ભ્રમણથી વહેતી ગરમી––ચંબુમાં પાણી ગરમ કરતાં પ્રથમ ચંબુનું તળિઉં ગરમ થાય છે અને તળિયાના સંબંધમાં રહેતાં પાણીનાં રજકણો ગરમ થઈ ફૂલે છે એટલે ઉપર મધ્યમાં ચઢે છે અને તેની જગોએ મથાળાનાં ઠંડાં રજકણ નીચે ઉતરે છે. આમ ભ્રમણ થતાં ઠંડાં અને ગરમ રજકણો એક બીજાના સંસર્ગમાં આવતાં પોતાની થોડી ગરમી આપે છે. આમ પાણીનું ભ્રમણ થતાં ગરમી વહે છે. લાકડાનો વહેર પાણીમાં નાંખતાં આ ક્રિયા બરાબર સમજી શકાય છે. તપેલીમાં બાફવા મુકેલા પદાર્થમાં પાણીનું આ ભ્રમણ સમજાય છે. આ ક્રિયામાં પરમાણુઓ ભ્રમણ કરી ગરમી આપ લે કરે છે.

ધગધગતા ગોળાના મથાળાને લાગેલી હવા ગરમ થઇ ઉંચે જાય છે અને આજુબાજુની ઠંડી હવા આવી મળે છે; તેનાં પરમાણુ ગરમ થતાં

વળી તે ઉંચે ચઢે છે. ચૂલાની ગરમીથી અને દીવાની જ્યોતથી પણ આમ હવાનાં પરમાણુ ગરમ થઇ હલકાં થઇ ઉંચે ચઢે છે. સૂર્યની ગરમીથી જમીન તપી ઉઠતાં પાસેનાં રજકણો તપી હલકાં થઇ ઉંચાં ચઢે છે, ઉંચેનાં ઠંડાં રજકણ નીચે ઉતરે છે અને ગરમ થઈ ઉંચે ચઢે છે. આમ ભ્રમણક્રિયાથી ગરમી પ્રસરે છે—ફેલાય છે પણ આ ક્રિયા માત્ર પ્રવાહી અને વાયુરુપ પદાર્થના સંબંધમાંજ થાય છે. આથી ધૂમાડીઆં અને હલકી હવાને નીકળી જવા બારણા ઉપર જાળી રાખવામાં આવે છે અને મીલની ચીમીનીઓ ઉંચી રખાય છે.

ગરમીના શીઘ્રવાહક અને મંદવાહક પદાર્થો—ભટ્ટીમાં સળીઓ તરત ગરમ થાય છે પણ લાકડું એક છેડે બળતું હોય છે છતાં બીજે છેડે પકડી શકાય છે તેથી તે મંદવાહક (ધીમે લઇ જનાર) કહેવાય છે. એ પદાર્થમાં સરખી ઉષ્ણતા દાખલ કરતાં જે જલદી ગરમ થઇ જાય તે શીઘ્રવાહક અને જે ગરમ કમી થાય તે મંદવાહક કહેવાય છે. કાચ મંદવાહક છે તેથી ચીમની જ્યોત પાસે જેટલી ગરમ હોય છે તેટલી દૂરના ભાગમાં હોતી નથી. કાગળ, હાથીદાંત, સફેદ વસ્ત્ર, ક્ષાર, પાણી, હવા, ગંધક, ઑકિસજન, રુ, પીછાં, ઘાસ, ઊન, વગેરે મંદવાહક પદાર્થ છે અને ધાતુઓ, પત્થર, છો, મેસ—કાળો રંગ એ ગરમીના શીઘ્રવાહક પદાર્થ છે.

પાણી મંદવાહક છે તેથી ઉપરથી તપાવતાં સંસર્ગથી નીચેનું પાણી તપતું—ગરમ થતું નથી. ઉનાળામાં તળાવનું પાણી ઉપર ગરમ અને નીચે ઠંડું રહે છે. હવાને માટે પણ તેમજ છે. દ્રવ—પ્રવાહી પદાર્થ મંદવાહક છે તેથી વાળને તેલવાળા કરવાથી માથામાં વાળ મારફત ગરમી પ્રવેશ કરી શકતી નથી. કાચ મંદવાહક હોવાથી એક બાજુએથી એકદમ ગરમ કે ઠંડો પડતાં તરત તૂટી જાય છે. લાકડું મંદવાહક છે તેથી વહેરથી બરફ પીગળતો અટકાવી શકાય છે. હવા મંદવાહક છે તેથી ઘરની બેવડી ભીંત બનાવી વચમાં હવાની જગો રાખવાથી બરફ રાખવા માટે ઠંડું ઘર બનાવી શકાય છે. ઘાસ મંદવાહક હોવાથી ઠંડા મૂલકમાં પાણીના નળ કે ટાંકીઓ પર ઘાસનું અસ્તર કરતાં અંદર બરફ જામી તે તૂટી જતી નથી.

શરીરની ગરમી શિઘ્રવાહક પદાર્થમાં જલદી પ્રસરી જાય છે તેથી તે

ઠંડા લાગે છે. પત્થર, છો, ગરમીવાહક છે તેથી ઉનાળામાં એના મેડા ઠંડા લાગે છે; કેમકે શરીરની ગરમી એમાં ખેંચાઇ જતાં એ પદાર્થ ઠંડા લાગે છે. એથીજ એવા મેડા ચોમાસામાં શરદી કરે છે. લાકડું મંદવાહક છે તેથી પાટીઆંના મેડા સરસ ગણાય છે.

આ પદાર્થમાં પણ જે તે શક્તિ વત્તી ઓછી હોય છે. ગરમ કપડાં અતિ મંદવાહક છે તેથી શિયાળામાં શરીરની ગરમી અને બહારની ઠંડકનો સંસર્ગ થતાં અટકાવે છે. સંસર્ગથી ગરમીનું વહન ઠંડા પદાર્થમાં થાય છે તેથી શરીરમાં જોઇતી ગરમી સાચવી રાખવા ગરમ કપડાં મંદવાહક પડદા તરિકે ઉપયોગી થઇ પડે છે. એ કપડાં જાતે ગરમ નથી પણ ગરમીને સાચવે છે તેથી ગરમ કહેવાય છે.

કાળાં લૂગડાં ગરમી શોષક છે તેથી ઉનાળામાં સારાં નથી. ધોળાં વસ્ત્ર ગરમીનું પરાવર્તન કરે છે તેથી ઉનાળામાં ધોળાં વસ્ત્ર સારાં છે, પણ શિયાળામાં સારાં નથી. ઉનાળામાં ઘરનો બહારનો ભાગ ધોળવાથી આજ કારણે અંદર ઠંડક રહે છે. કાળો રંગ અગ્નિ શોષક છે તેથી તપેલીનું તળિઉં કાળું રાખવામાં આવે છે.

ગુપ્ત ગરમી.

ઘન પદાર્થ ગરમીથી ફૂલી કદમાં વધે છે અને ઘણી ગરમીથી પીગળે છે. પીગળવાને માપસર ગરમી જોઇએ છે. ગરમીનું માપ ઉષ્ણમાન કહેવાય છે એ ઉષ્ણમાન ઉષ્ણતામાપક યંત્રથી મપાય છે. ઘન પદાર્થોમાં એકજ જાતના પદાર્થ ન્હાના મ્હોટા હોય તોપણ સરખા ઉષ્ણમાને પીગળે છે, પણ જૂદી જૂદી જાતના પદાર્થને જૂદું જૂદું ઉષ્ણમાન જોઇએ છે. પદાર્થમાં સંબંધાકર્ષણ વિશેષ હોય તેમ ઉષ્ણમાન વધુ જોઇએ છે. બરફ સેન્ટીગ્રેડ ઉષ્ણતામાપક યંત્રનાં૦° એ પીગળે છે, સીસું ૩૨૬° એ, રૂપુ° ૯૪૫° એ, સોનું ૧૦૩° એ પીગળે છે. આ ઉષ્ણતાનું માપ જે તે પદાર્થનું **પીગળવાનું બિન્દુ-દ્રાવક બિન્દુ-દ્રાવણ બિન્દુ-વિલયન બિન્દુ** કહેવાય છે.

ઘન પદાર્થને પીગળવા કે ઓગળવાને જોઇતી ઉષ્ણતાનો આધાર હવા અને પદાર્થને મૂકેલા વાસણ પર પણ રહેલો છે. સફાઇદાર શીઘ્રવાહક પ-

દાર્થમાં પદાર્થ વહેલો પીગળે છે. ઉનાળામાં પદાર્થમાં ગરમી વિશેષ હોય છે તેથી તેટલી ગરમી ઓછી જોઇએ છે.

પ્રવાહી પદાર્થની ગુપ્ત ઉષ્ણતા—ઘન પદાર્થને પ્રવાહીરૂપ બનાવવાને જે ઉષ્ણતા વપરાય છે તે **પ્રવાહી પદાર્થની ગુપ્ત ઉષ્ણતા-છુપી ઉષ્ણતા-અંતર્હિત ઉષ્ણતા** કહેવાય છે. ૦° વાળા બરફને ગરમી આપતાં ૦°વાળું પાણી થાય છે. ૦°વાળા બરફમાં સેન્ટીગ્રેડ ઉષ્ણતામાપકયંત્ર મૂકી ગરમી વડે બરફ પીગળાવતાં બધો બરફ પીગળી જતાં સુધી પારો ૦°ઉપરજ રહે છે એટલે આપેલી સર્વ ગરમી બરફને પીગળાવવામાં જતી રહે છે—નાશ પામે છે. એટલીજ ગરમી બરફ જેટલા પાણીને આપતાં પારો ઉંચો ચઢી જાય છે. તમામ બરફ પીગળી રહેતાં પાણી થતાં પારો ૮૦°ચઢે છે, પણ બરફ જરા હોય ત્યાં સુધી પારો બિલકુલ ચઢતો નથી. પીગળેલાં રજકણની ગરમી બરફનાં ઠંડાં રજકણમાં પ્રવેશ કરી સંબંધાકર્ષણને તોડે છે તેથી પીગળેલાં રજકણની ગરમી પણ બરફનાં રજકણ જેટલીજ રહે છે પણ તમામ બરફ પીગળી જતાં ગરમી નાશ થવા માર્ગ રહેતો નથી એટલે પારો ૮૦°ચઢે છે એથી પાણીની ગુપ્ત ઉષ્ણતા ૮૦°કહેવાય છે. મીણ અને કોકમ ઘીથી પણ આમજ બને છે, માત્ર તેમાં ઉષ્ણતામાન ૮૦° નહિ પણ બીજા માપનું હોય છે; કેમકે પદાર્થમાત્રના દ્રાવક અંશ જૂદા જૂદા હોય છે.

આ રીતે ઘન પદાર્થના રજકણોને છૂટી પાડવામાં ઉષ્ણતા ખપી જાય છે અને જે ઉષ્ણતામાપકયંત્ર ઉપર બિલકુલ અસર કરતી નથી તે પ્રવાહીની છુપી ગરમી કહેવાય છે. પ્રવાહી ઘી, તેલ, પ્રવાહી કોકમ તેલ, મધ, પ્રવાહી મીણ વગેરે ઠંડાં લાગે છતાં તેમાં ગુપ્ત ઉષ્ણતા હોય છે. પાણીમાં મીઠું કે ખાંડ નાખીએ તો ઓગળી જાય છે. પદાર્થ ગરમી વગર પીગળતો કે ઓગળતો નથી, છતાં પાણીમાં આ પદાર્થો ઓગળે છે. પાણીમાં ગુપ્ત ગરમી રહેલી છે તેથી તે ગરમી પદાર્થને ઓગાળે છે અને એ રીતે ગરમી વપરાતાં મિશ્રણ ઠંડું પડે છે. પાણીની ગુપ્ત ગરમી કરતાં વધુ ગરમીથી પીગળતા પદાર્થો પાણીમાં ગળતા નથી. પાણીની ગરમી વપરાઇ જતાં પણ ખાંડ પૂરી ઓગળી ન રહે એટલી હોય તો કેટલીક ખાંડ ઓગળ્યા વગર પડી રહે છે.

ગુપ્ત ગરમી નીકળતાં પ્રવાહી પદાર્થ ઘનરુપ થાય છે—પ્રવાહી પદાર્થની છૂપી ગરમી નીકળી જતાં પદાર્થ ઘનરુપ ધારણ કરે છે, પાણીની ૮૦° છૂપી ગરમી નીકળી જતાં બરફ બની જાય છે. એજ રીતે પ્રવાહી ઘી, કોકમ, તેલ, મીણ, મધ વગેરે ઘનરુપ બને છે. દુધની છુપી ગરમી આઇસ–બરફના સંસર્ગથી કાઢી નાખી આઇસક્રીમ બનાવાય છે. બરફ, કરા, ચખ, ઝાકળ, ધુમસ, વાદળાંએ પાણીની છૂપી ગરમી કમી થવાથી કમી થયાના પ્રમાણુમાં જૂદું જૂદું ઘનરુપ કે રજકણ સમૂહનું પ્રવાહીરુપ બને છે. ઠંડક ચાલુ રાખવા આઇસક્રીમ બનાવતાં બરફ સાથે મીઠું રાખવામાં આવે છે; કેમકે દૂધની છૂપી ગરમી બરફમાં પ્રવેશે છે, એ ગરમી મીઠાનું દ્રાવણ કરવામાં નાશ પામે છે તેથી બરફ ઠંડો રહે છે. માખણમાં મીઠું ભેળવવાથી પ્રવાહીરુપે રહેલી ગુપ્ત ગરમી મીઠામાં શોષાઇ જાય છે તેથી માખણ વધુ ઘન રુપ બની ટકાઉ થાય છે. ફાયર પ્રુફ તીજોરીઓના બે પડ વચ્ચે મંદવાહક નવસાર કે ફટકડી ક્ષાર રાખવામાં આવે છે. બહારનું પડ અગ્નિથી ગરમ થતાં આ ક્ષાર પીગળવામાં ઘણી ગરમી નાશ પામે છે તેથી અંદરના પદાર્થ સહીસલામત રહી શકે છે. ઠંડાં સરબત ગુપ્ત ગરમીનો નાશ થતાં બને છે.

વાયુરૂપી પદાર્થની છૂપી ગરમી—૧૦૦ ગરમીવાળા પાણીની વરાળ કરવામાં જે ઉષ્ણુતા વપરાય છે તે વરાળની ગુપ્ત ઉષ્ણુતા કહેવાય છે.

વરાળ અને વાયુ–હવા એકજ રુપના પદાર્થ છે, પણ વરાળ થોડી ઠંડીથી દ્રવરૂપ–પ્રવાહીરૂપ ધારણ કરે છે ત્યારે વાયુને ઘણી ઠંડક કે દબાણુની જરૂર પડે છે.

ઉષ્ણુતા માપક (સેન્ટીગ્રેડ ઉષ્ણુતા માપક) યંત્રના જે બિન્દુએ પ્રવાહી પદાર્થ ઉકળે છે તે બિન્દુ તે પદાર્થનું **ઉત્કલન બિન્દુ** કહેવાય છે.

પ્રવાહી પદાર્થની રજકણો છૂટી હોય છે પણ પ્રવાહી કરતાં વરાળની રજકણો વધુ છૂટી હોય છે. પ્રવાહીમાં છૂપી ગરમી હોવાથી ઘન પદાર્થ કરતાં સ્નેહાકર્ષણ કમી હોય છે, પણ વાયુ રુપમાં સ્નેહાકર્ષણુ તદ્દન નાશ પામેલુ હોય તેથી એ સ્નેહાકર્ષણુ નાશ કરનાર છૂપી ગરમી પ્રવાહી કરતાં વિશેષ રહેલી હોય છે.

ઠંડું જણાતું પાણી ૮૦° છૂપી ગરમીવાળું હોય છે. એ પાણીને ગરમ કરતાં સેન્ટીગ્રેડ ઉષ્ણુતામાપકયંત્રમાં પારો ૧૦૦° એ ચઢી જાય

સ્થિર થાય છે એટલે પાણી ઉકળી વરાળ થઇ ઉડવા માંડે છે. હવે વધુ ગરમી આપ્યા કરવાથી પારો ઉંચો ચઢતો નથી પણ તાપ બંધ કરતાં પાણી ઉકળતું બંધ થાય છે. ૧૦૦° ઉપરની ગરમી રજકણોના સ્નેહાકર્ષણને તોડવામાં વપરાઇ જાય છે. આ રીતે ૧૦૦° ઉપરની ગરમી વપરાઇ તે વરાળની છૂપી ગરમી કહેવાય છે. ૬ રતલ ૦° ના ઠંડા પાણીમાં ૧ રતલ વરાળ પ્રસાર કરતાં પાણી ૧૦૦° નું ગરમ થઇ જાય છે.

પાણી–પ્રવાહીરૂપ પદાર્થ તેની જાત પ્રમાણે જૂદાજૂદા ઉષ્ણમાને ઉકળે છે. પાણી ૧૦૦°એ ઉકળે છે ત્યારે તેલ ૧૨૦°એ ઉકળે છે. તેલ ઉકાળવાને ૧૦૦° ચઢયા પછી ૨૦° જેટલી ગરમી તેલમાં વધુ દાખલ થાય છે ત્યારે ઉકળે છે.

પ્રવાહી પદાર્થ ૩ રીતે ઉકળે છે. (૧) ઉપર કહી તે રીતે–**ઉકાળવાની રીતે; (૨) ગરમ પદાર્થપર પ્રવાહીને મૂકતાં** ઉકળે છે; (૩) **બાષ્પીભવનક્રિયાથી** ઉકળે છે.

પહેલી ઉકાળવાની ક્રિયા કહેવાય છે. બીજી રીત પહેલી રીતને મળતીજ છે, પણ એમાં પદાર્થને ગરમ કરી ગરમીને બદલે વાપરવામાં આવે છે અને પ્રવાહીના થર પ્રમાણે વત્તું ઓછુ ઉકળે છે. ધગધગતો ધાતુનો ગજ કરી પ્રવાહીનું ટીપું મૂકતાં પાટીપરનું પાણી વરાળરુપ બને છે પણ વરાળ અગ્નિની મંદવાહક હોવાથી ઉપરતું પાણી ગરમ થતું નથી, પણ સ્થળાંતર કરતાં બાકીનું ગરમ થઇ ઉડી જાય છે. આવીજ રીતના કોઇ પ્રવાહી વાપરી જાદુગરો દેવતાપર ચાલી શકે છે.

બાષ્પીભવનક્રિયા–બાષ્પીભવનમાં ગરમીની જરૂર છે. આગરમી બીજા સૂર્ય વગેરે ગરમ પદાર્થોમાંથી ઇથર મારફત મળે છે. હવામાં ખુલ્લું રહેલું પાણી કે પ્રવાહી પદાર્થપર આ ગરમી લાગતાં ઉપરનો પ્રવાહી વરાળરૂપે ઉડી જાય છે. બહારની ઇથર મારફતે ગરમી ન મળતી હોય તોપણ પ્રવાહીપર આ ક્રિયા નિરંતર ચાલુ રહે છે. પ્રવાહીની ગુપ્ત ગરમી સપાટીના પ્રવાહીને ઉડાળવામાં ખપતી જાય છે એથી બાષ્પીભવન ક્રિયા થતાં સપાટીનો પ્રવાહી ગરમ હોય છે પણ અંદરનો પ્રવાહી સાધારણ રીતે જોઇતા ઉષ્ણમાન કરતાં ઠંડો પડે છે. આ રીતે જ્યારે ઉકાળવાની ક્રિયા પાણીને તળિયે થાય છે ત્યારે બાષ્પીભવનની ક્રિયા પ્રવાહીની ઉપર સપાટીપર થાય છે.

બાષ્પીભવનનો વ્યવહારમાં ઉપયોગ—હાથમાં મદ્યાર્કનું-ઇથરનું ટીપું રાખીએ છીએ તો હાથની ગરમીથી ઉડી જાય છે ત્યારે હાથમાં ઠંડક લાગે છે; કેમકે હાથની સ્વાભાવિક—ગુપ્ત ગરમી તેટલી કમી થાય છે. બરફ મોઢામાં કે હાથમાં રાખતાં પણ આજ કારણથી ઠંડક લાગે છે. પરસેવો પવનથી ઉડી જતાં શરીરની ગરમીને લેતો જાય છે તેથી શરીરે પરસેવો નીકળતાં પવન લાગવાથી ઠંડક લાગે છે. માથું ગરમીથી દુઃખે છે ત્યારે કોલનવૉટરનાં પોતાં મૂકતાં કોલનવૉટરમાંનો મદ્યાર્ક ગરમીથી ઉડી જતાં માથું ઠંડું પડે છે. પ્લેગમાં માથે ચઢેલી ગરમી આજ કારણે બરફ મૂકી કમી કરવામાં આવે છે. ઉનાળામાં કુંજાનું પાણી છિદ્રોમાંથી બહાર નીકળી આજુબાજુની ગરમીને વાપરી ઉડી જાય છે તેથી કુંજાની આજુબાજુ ઠંડી હવાનું પડ જામી કુંજાના પાણીને ઠંડું રાખે છે. છિદ્ર બંધ થતાં આ બાષ્પીભવનક્રિયા થતી નથી તેથી જૂના કુંજાનું પાણી તેટલું ઠંડું રહેતું નથી અને એજ કારણથી માટીના વાસણના જેટલું ધાતુનાં વાસણોનું પાણી ઠંડું રહેતું નથી. ગરમ રસ્તાપર પાણી છાંટતાં બાષ્પીભવન થાય છે તેથી રસ્તાની જમીનની ગરમી વપરાઇ રસ્તા ઠંડા પડે છે. ઉચ્છ્વાસમાં ઘણી ગરમી નીકળી જવાથી ઉનાળાના તાપમાં અને ગરમીવાળાં બૉયલરો પાસે ટકી શકાય છે. બાષ્પીભવનક્રિયા કરી પાણીનું ઉષ્ણતામાન ઘટાડી બરફ બનાવાય છે. ભીના શરીરપર પવન લાગતાં જોરથી બાષ્પીભવન થતાં શરીરની ગરમી ઘટી જતાં શરદી—સળેખમ થાય છે.

પ્રકાશ અને તેનો ફેલાવો.

પ્રકાશનું સ્વરૂપઃ—અજવાળું-તેજ એ પ્રકાશનાં બીજાં નામ છે. પ્રકાશમાં પ્રકાશ અને ગરમી બન્ને હોય છે; કેમકે પ્રકાશથી શરીરને ગરમી લાગે છે. ગરમ સળીઆમાં સખત ગરમી છતાં પ્રકાશ હોતો નથી એટલે ગરમીમાં પ્રકાશ નથી પણ ગરમીનો વેગ જોસબંધ થાય છે ત્યારે પ્રકાશ થાય છે; જેમકે સળીઓ ગરમ થતાં થતાં ધગધગતો થાય છે ત્યારે ગરમી સાથે પ્રકાશ પણ આપે છે. પ્રકાશથી શરીરને ગરમીની અસર થાય છે અને આંખને તેજ લાગે છે. ચંદ્રના પ્રકાશમાં ગરમી હોતી નથી પણ ચંદ્ર જાતે પ્રકાશિત નથી. સૂર્યનો પ્રકાશ ચંદ્રપર પડે છે ત્યારે પ્રકાશમાંની ગરમી ચંદ્રપર ફેલાઇ જાય છે અને

પ્રકાશજ માત્ર પરાવર્તન પામે છે તેથી એ પરાવર્તન પામેલા પ્રકાશમાં ગરમી હોતી નથી. **ત્રિકોણાકાર** કાચનો હીરો તડકે ધરતાં પ્રકાશનું પૃથક્કરણ થાય છે એટલે ૧ કિરણરુપ ગરમી, ૨ લાલ રંગ, ૩ નારંગી રંગ, ૩ પીળો રંગ, ૪ લીલો રંગ, ૫ આસ્માની રંગ, ૬ જાંબુડો રંગ, ૭ કિરણરુપી ગરમીનો ઓળો પડે છે જે સ્વરુપ આપણે મેઘધનુષ્ય—ઇંદ્રધનુષ્યમાં જોઇએ છીએ. બે છેડાનાં ગરમીનાં કિરણોમાં ૧ લા નંબરની ગરમીનાં કિરણ આકળાં–સખત હોય છે. આ બન્ને ગરમીનાં કિરણો **અદ્રશ્ય ગરમ કિરણો** કહેવાય છે. રંગવાળા પાંચ ભાગ **રંગિત કિરણો** કહેવાય છે. આ પાંચમાં ગરમી કમી છે અને પ્રકાશ વિશેષ છે. સૌથી વધુ તેજ પીળા રંગનાં કિરણોમાં છે. આ **રંગિત કિરણો દ્રશ્ય કિરણો** કહેવાય છે.

મેશથી ગરમી શોષાઇ જાય છે તેથી સૂર્ય સામે જોવું હોય ત્યારે મેશવાળા કાચથી જોઈ શકાય છે.

પ્રકાશ આકળો હોય તો સાથેનાં ગરમીનાં કિરણ પણ આકળાં હોય છે, પણ ગરમીની અસર પદાર્થના અંતર પ્રમાણે વત્તી ઓછી લાગે છે. જેમ પદાર્થ દૂર તેમ ગરમી કમી લાગે છે.

પ્રકાશથી પદાર્થ દેખાય છે:—પ્રકાશ જે વસ્તુમાંથી ચોતરફ ફેલાય છે તે વસ્તુ સ્વપ્રકાશિત કહેવાય છે. સૂરજ, દીવો, વીજળીનો દીવો, ધગધગતો અગ્નિ અને સઘળા બળતા પદાર્થ અને તારા સ્વપ્રકાશિત (પોતાની મેળે પ્રકાશ આપનાર) પદાર્થ છે. બીજા પદાર્થનો પ્રકાશ પડવાથી દેખાતા પદાર્થ પરપ્રકાશિત કહેવાય છે. ચંદ્ર અને બીજા પદાર્થો બીજાના પ્રકાશથીજ દેખાય છે. અંધારા ઓરડામાં કે ભોંયરામાં એજ કારણે દિવસે પણ દીવો કરવો પડે છે. અંધારી રાત્રે પદાર્થ દેખાતા નથી પણ અજવાળી રાત્રે દેખાય છે. ઓરડામાં દિવસે કે રાત્રે પ્રકાશ અંદર પડવાથી કે એળિયાથી કે બીજી રીતે પ્રકાશ અંદર ફેલાવાથી વસ્તુઓ દેખાય છે. સ્વપ્રકાશિત વસ્તુઓ નિરંતર દેખાયાંજ કરે છે.

પ્રકાશનાં કિરણ વસ્તુ પર પડે છે અને વસ્તુપરથી પાછાં ફેંકાઇ આંખમાં દાખલ થાય છે એટલે પદાર્થ દેખાય છે. આંધળાની આંખમાં એ કિરણો અસર કરતાં નથી તેથી તેને પદાર્થ દેખાતા નથી.

પ્રકાશનો ફેલાવોઃ—પ્રકાશ એ અતિ ધ્રૂજતી અવસ્થા છે. ગરમી કરતાં આ ધ્રૂજારો વધારે હોય છે. પ્રકાશનો ધ્રૂજારો ઇથરમાં ધ્રૂજારો ઉત્પન્ન કરી ઇથરનાં મોજાં ઉત્પન્ન કરે છે અને એ મોજાં આંખમાં પ્રવેશે છે એટલે આંખની અંદરની ત્વચાનાં જ્ઞાનતન્તુઓનાં પરમાણુઓ ધ્રૂજી ઉઠી મગજને ખબર કરે છે તેથી પ્રકાશનો બોધ થાય છે. આ પ્રકાશ ફેલાવનારાં ઇથરનાં મોજાં એજ પ્રકાશનાં દૃશ્ય કિરણો—રંગિત કિરણો—કહેવાય છે. અવાજ હવા મારફતે અને ધીમેથી ફેલાય છે પણ પ્રકાશ અવકાશના તમામ ઇથર મારફત સર્વત્ર અને બહુ વેગથી ફેલાઇ જાય છે. પ્રકાશનાં કિરણોનો વેગ દર સેકન્ડે ૧૮૬૦૦૦ મૈલ હોવાથી તે એકદમ ફેલાઇ જાય છે એમ કહેવાય છે.

પ્રકાશનાં કિરણ સીધી લીટીમાં પડે છે તેથી સૂર્ય, ચંદ્રનાં ઓળિયાં તેમના ફરવા પ્રમાણે ફરે છે. કાણાં પાડેલાં ત્રણ પત્તાં સીધી લીટીમાં કાણાં આવે એવી રીતે ગોઠવવાથી દીવો દેખાય છે પણ સીધી લીટીમાં ન રાખીએ તો દેખાતો નથી; કેમકે પ્રકાશનાં કિરણ સીધી લીટીમાં પ્રસરે છે.

પ્રકાશનાં કિરણ અપારદર્શક પદાર્થની પાર જઈ શકતાં નથી તેમ વાંકાં વળીને પણ પેસતાં નથી તેથી પદાર્થ અને આંખ વચ્ચે અપારદર્શક પદાર્થ આવતાં પદાર્થ દેખાતો નથી. એથીજ વચમાંના પદાર્થપર પ્રકાશ પડે છે અને પાછળ ઓળો—છાયા પડે છે છતાં છાયામાં કે ઘરમાં પ્રકાશ પડે છે. એ પ્રકાશ આસપાસની વસ્તુઓ અને વાતાવરણનાં પરમાણુઓ પરથી કેટલાંક કિરણો પાછાં ફેંકાવાથી દાખલ થયેલો હોય છે.

સિંધાલુણનો પડદો ગરમીનાં કિરણને પેસવા દે છે અને ફટકડીના પડવાળો પડદો માત્ર પ્રકાશનાં દૃશ્ય કિરણોનેજ પેસવા દે છે તેથી જેની જેની જરૂર હોય તે તે જાતના પડદા વાપરવાથી લાભ થાય છે.

પ્રકાશનું પરાવર્તન.

પરાવર્તનઃ—પાછા વળવું. પ્રકાશનું પરાવર્તન : પ્રકાશ બીજા પદાર્થપર પડી પાછો વળે તે.

પ્રકાશનાં કિરણો સીધી લીટીમાં જાય છે પણ તેને મરજી પ્રમાણે ફેરવી શકાય છે એટલે તેની દિશા બદલી શકાય છે, પણ દિશા બદલાયા

પછી પાછાં સીધી લીટીમાંજ જાય છે. હવા, પાણી કે કાચની આરસી જેવા અમુક ઘન પદાર્થપર પ્રકાશ પડતાં પ્રકાશના કિરણોના ૩ વિભાગ થાય છે. આ ક્રિયા બન્ને પ્રકારના કિરણોની થાય છે. કિરણોનો ૧ ભાગ પદાર્થના પૃષ્ટપરથી પાછો ફેંકાય છે—પરાવર્તન પામે છે અને તે મૂળ પદાર્થમાં પરત જાય છે. પૃષ્ટ નિયમિત હોય તો તમામ ભાગ નિયમિત રીતે પરત જાય છે. આ ક્રિયા પ્રકાશનું પરાવર્તન કહેવાય છે.

કિરણોનો બીજો ભાગ પદાર્થમાં જઇ દિશા બદલી અમુક નિયમના ધોરણે વાંકો વળે છે તે પ્રકાશનું વક્રીભવન (વાંકા વળવાની ક્રિયા) કહેવાય છે.

કિરણોના ત્રીજા ભાગનું પદાર્થમાં શોષણ થઇ તેની ઉષ્ણતા બનતાં પદાર્થ ગરમ થાય છે. એટલે ઇથરનાં મોજાં મારફત પ્રકાશ અંદર ન પેસતાં બહાર વિરામે છે ત્યારે ઇથરનાં મોજાં પોતાની ગતિ પદાર્થના પૃષ્ટપર આપી પોતે વિરામે છે તેથી પદાર્થ ધ્રુજી ઉઠી ગરમ થાય છે. વળી કાંઇક ભાગ છિન્નભિન્ન થઇ અવ્યવસ્થિત રીતે ફેલાઇ જાય છે.

પરાવર્તનક્રિયા—કાચ પારદર્શક છે તેથી ચળકતો અપારદર્શક પદાર્થ બનાવવાને તેની પાછળ પારા અને કલાઇનું મિશ્રણ લગાડવામાં આવે છે. આ આરસી અપારદર્શક પદાર્થ છે; કેમકે એનાથી હવે એની પાછળ રહેલી વસ્તુ દેખાતી નથી. આ આરસી અપારદર્શક હોવાથી કિરણો પાર જતાં નથી પણ ચળકતી લીસી સપાટીને લીધે એના પર પડેલાં કિરણો પ્રસાર નહિ થવાથી સપાટી પર થઇ બૉલની પેઠે ઉછળી પરાવર્તન પામે છે. એળિયામાં કાચની આરસી મૂકતાં આરસીપરનાં કિરણ હવામાં પાછાં ફેંકાય છે. કિરણ જમણી તરફથી આવે છે તો પરાવર્તન પામેલાં કિરણ ડાબી બાજુએ જાય છે, અને ડાબી મેરથી આવે છે તો જમણી મેર પરત વળે છે. પડતાં અને પરાવર્તન પામતાં કિરણોની સીધી લીટી એક બિન્દુમાં મળે છે. એ બિન્દુમાંથી ઉપર લંબ દોરતાં પતનકોણ (લંબ અને પડતા કિરણની વચ્ચેનો ખૂણો) તે પરાવર્તનકોણ (લંબ અને પરાવર્તન પામેલા કિરણની લીટી વચ્ચેનો ખૂણો)ની બરાબર થાય છે.

પારદર્શક પદાર્થ પર પડતાં કિરણો પરાવર્તન પામતાં નથી પણ કિરણોની દિશા બદલાઇ અંદર પ્રવેશ કરે છે તેથી પરાવર્તન માટે અપારદર્શક

પદાર્થ જોઇએ છે. ખડબચડા ઘન પદાર્થમાંથી થોડું પરાવર્તન થાય છે અને તે નિયમિત ન થતાં ચોમેર ફેલાઇ જાય છે. એથી લીસી ચળકતી વસ્તુના પરાવર્તનનું પ્રતિબિંબ પડે છે પણ ખડબચડા પદાર્થનું પ્રતિબિંબ પડતું નથી. પદાર્થ પર પ્રકાશ પડતાં પરાવર્તન પામે છતાં પણ સહજ બેમાલુમ ખડબચડાટ હોય છે તેથી પ્રકાશનો થોડો ભાગ અનિયમિત ફેલાય છે તેને લીધે પ્રકાશ પડતાં (અને પરાવર્તન પામે તોપણ) પદાર્થ જોઇ શકાય છે. પૃષ્ટ બિલકુલ ખડબચડું ન હોવાથી તમામ પ્રકાશ પરાવર્તન પામે તો આરસી જોઇ શકાય નહિ.

મેશમાંથી ગરમીનાં કિરણ – અદૃશ્ય કિરણ–પરાવર્તન પામતાં નથી. ચાંદીમાંથી વધુ પરાવર્તન થાય છે અને ચાંદી કરતાં ચળકતી પિત્તળની પટ્ટી પર વધુ પરાવર્તન થાય છે.

પ્રતિબિંબ પડવાનું કારણઃ—આંખમાં પેસતાં કિરણોથી પદાર્થ દેખાય છે તેથી પદાર્થ કિરણોની દિશામાં દેખાય છે. આંખમાં પેસતાં કિરણો પદાર્થમાંથી સીધી લીટીમાં આંખમાં પેસે છે ત્યારે પદાર્થ મૂળ સ્થળે દેખાય છે, પણ કિરણો પરાવર્તન પામે છે ત્યારે પરાવર્તન પામતાં કિરણો જે દિશામાંથી આવી આંખમાં પેસે છે તે દિશામાં પદાર્થ દેખાય છે. આજ કારણથી પરાવર્તનથી પ્રતિબિંબ પડે છે અને પ્રતિબિંબ આરસીની પાછળ દેખાય છે.

અસ્થિર કે હાલતા પાણીની સપાટી અસમાન થવાથી કિરણોનું અસમાન પરાવર્તન થાય છે તેથી તેમાં પ્રતિબિંબ જણાતું નથી. સ્થિર પાણી કે આરસીમાં સપાટી સ્થિર રહેવાથી પ્રતિબિંબ જણાય છે. પ્રતિબિંબ એ ઓળો કે પડછાયો નથી. ઓળો કે પડછાયો સૂર્ય ફરતાં નાનો મોટો થાય છે પણ પદાર્થના પ્રતિબિંબમાં એવી વધઘટ થતી નથી. વસ્તુપર પ્રકાશનાં કિરણ પડી પાણી કે આરસીની સપાટીપર પરાવર્તન પામે છે અને ત્યાંથી આપણી આંખમાં આવે છે તેથી પાણી કે આરસીની પાછળ કિરણની દિશામાં પદાર્થ દેખાય છે અને એ સપાટી પરનાં પરાવર્તન પામતાં કિરણનો જથો એકજ બિન્દુમાંથી નીકળે છે તેથી પાણી કે આરસીમાં સપાટીથી પદાર્થ જેટલે અંતરે હોય તેટલે અંતરે પાછળ ઉંધા રુપમાં માલુમ પડે છે. ઉદાહરણ તરીકે આપણે આરસીમાં મુખ ધરીએ છીએ ત્યારે મુખ પરનાં પ્રકાશનાં કિરણ આ-

સી પર પડે છે અને આરસી પરથી પરાવર્તન પામી કિરણ આપણી આંખમાં આવે છે માટે મુખ આરસીની પાછળ કિરણની દિશામાં ઉંધું અને આરસીથી જેટલું દૂર હોય તેટલું પાછળ દેખાય છે. મુખપર કિરણજ ન પડે એવા અંધારામાં ઉભા રહી આરસીમાં જોવાથી પ્રકાશનું પરાવર્તન થવા પામતું નથી તેથી મુખ દેખાતું નથી.

પ્રકાશનું વક્રીભવન.

વ્યાખ્યાઃ—કિરણ સપાટી પરથી પરાવર્તન ન પામતાં વચલા પડખામાંથી પ્રસાર થઇ મરડાઈ નીકળી જાય છે ત્યારે પતનકોણ કરતાં પરાવર્તનકોણ ન્હાનો કે મોટો થાય છે તે વક્રીભવનક્રિયા કહેવાય છે. વક્રીભવન પ્રકાશ અને ગરમીના દૃશ્ય અને અદૃશ્ય તમામ કિરણોનું થાય છે અને એનો આધાર પદાર્થની સપાટી ઉપર રહે છે.

ક્રિયાઃ—પારદર્શક પદાર્થમાંથી કેટલાંક કિરણો પ્રવેશ કરી શકે છે પણ કિરણોની દિશા બદલાઇ જાય છે. ઉદાહરણ–કાચની બારીઓએ થઇ ઓરડામાં પ્રકાશ આવે છે ત્યારે એમજ બને છે. એજ રીતે વાયુમાંથી પાણીમાં પ્રકાશ જાય છે ત્યારે પાણીની સપાટી પર થોડો ભાગ પથરાઈ જાય છે, થોડો ભાગ પરાવર્તન પામે છે અને બાકીનો ઘણો પાણી પારદર્શક હોવાથી પ્રવેશ કરે છે; પણ કાચની અંદર કિરણોને વાંકાં વળવું પડે છે. આ પ્રમાણે જુદી જુદી ઘાડાઇના પારદર્શક પદાર્થનો સંબંધ થતાં સપાટી આગળ કિરણો મરડાય છે તે પ્રકાશનું વક્રીભવન કહેવાય છે.

પાતળા પદાર્થમાંથી ઘાડા પદાર્થમાં એટલે વાયુમાંથી પાણીમાં જતાં પ્રકાશનાં કિરણ લંબ લીટી તરફ મરડાય છે અને ઘાડા પદાર્થમાંથી પાતળા પદાર્થમાં જતાં એટલે પાણીમાંથી હવામાં જતાં કિરણ લંબ લીટીથી જરા દૂર મરડાય છે.

નાની રકાબીમાં પાવલી મૂકી પાવલીની કોરજ માત્ર દેખાય એવી રીતે રકાબીની કોરે આંખ રાખવી. પત્તામાં કાણું પાડી જોતાં એમ બરાબર જોવાય છે. રકાબીમાં બીજા પાસે પાણી રેડાવવું એટલે તમામ પાવલી દેખાય છે અને વળી રકાબીનું તળિયું તથા પાવલી ઉંચાં આવેલાં જણાય છે;

કેમકે પાવલીમાંથી આવતાં કિરણુ પાણીમાંથી હવામાં આવે છે. પાણી પારદર્શક છે તેથી કિરણુ મરડાઇને વક્રીભવન પામીને નીકળે છે. પાણી સપાટી પર આવતાં કિરણુ લંબ લીટીથી થેાડે છેટે મરડાઇ આંખમાં આવે છે એથી પાવલીનાં કિરણુ સીધાં ઉપર જવાને બદલે આંખ ભણી મરડાઇ આંખમાં પેસે છે તેથી આંખે આખી પાવલી દેખાય છે અને મૂળ જગાએ ન દેખાતાં જરા ઉંચી દેખાય છે એટલે વક્રીભવન પામેલાં કિરણુ આંખમાં પેસે છે તેમની સીધી લીટીમાં દેખાય છે.

પ્રયેાગઃ—પાણીના પ્યાલામાં સીધી સળી ત્રાંસી મૂકીએ અને એક બાજુએથી જોઇએ તેા સળી પાણીની સપાટી પાસે વાંકી વળેલી દેખાય છે. અને પાણીમાંનેા ભાગ હેાય તે કરતાં ન્હાનેા દેખાય છે. કિરણેાના વક્રીભવનને લીધે પાણીમાંનેા ભાગ ઉંચેા દેખાય છે તેથી ટુંકી દેખાય છે અને પાણીમાં કિરણુ વાંકાં વળવાથી સપાટી આગળથી વાંકી વળેલી દેખાય છે. પાણીમાં ડૂબેલું વાસણુ વક્રીભવનથી વાંકું–ચપટું દેખાય છે અને પાણીમાંની વસ્તુએા હેાય તે કરતાં એાછી ઉંડાઇએ દેખાય છે.

પ્રમાણઃ—જુદી જુદી ઘાડાઇના બે પદાર્થમાં થઇને પ્રકાશનાં કિરણુ પ્રવેશે છે ત્યારેજ કિરણેાનું વક્રીભવન થાય છે. આ ઘાડાઇમાં એકાએક ફેર થતાં વક્રીભવનમાં એકાએક ફેરફાર થાય છે અને ધીમે ધીમે ઘાડાઇમાં ફેર પડે છે તેા વક્રીભવન ધીમે ધીમે થાય છે તેથી તેના આકાર વાંકી લીટીની આકૃતિ જેવેા થાય છે. વાતાવરણુ જમીન પર જાડું અને ઉપર ધીમે ધીમે પાતળું પાતળું થતું જાય છે. આકાશી પદાર્થનાં કિરણુ એ પાતળા વાતાવરણમાં થઇને ધીમે ધીમે ઘાડા વાતાવરણમાં પ્રવેશે છે તેથી એ કિરણેા લંબ લીટી તરફ વધુ વધુ મરડાતાં જાય છે. વાતાવરણની આવી સ્થિતિથી આકાશી પદાર્થ ખરા સ્થળે ન દેખાતાં જરા ઉંચા દેખાય છે. માથાપરના તારાનું વક્રીભવન થતું નથી; કેમકે એ વખતે કિરણુ લંબ રુપે પડે છે; પણુ આપણાથી દૂરના તારાનું તેજ વક્રીભવન પામે છે અને તારેા ક્ષિતિજની પાસે પાસે હેાય છે ત્યારે વધારે વક્રીભવન પામે છે. એથી સૂર્ય અને બીજા તારા ક્ષિતિજની નીચે જતાં પણુ વક્રીભવનથી થેાડી વાર દેખાય છે.

વિદ્યુત.

ઘસવાથી વિદ્યુત ઉત્પન્ન થાય છેઃ—ટેબલપર કાગળના કડકા, સોનાના વરખ કે પીછાં મૂકી કાચનો સળીઓ ધરતાં કડકા, સોનાના વરખ, કે પીછાં પર કાંઈ અસર થતી નથી. કાચના સળીઆને થોડા ગરમ કોરા રેશમી રુમાલથી જોરથી ઘસી ધરતાં ટેબલપરના તમામ પદાર્થ કાચના સળીઆને જોરથી વળગી પડે છે. કાગળનું પેંગડું અને રેશમની દોરી વડે લાકડાને આડું લટકાવી ઘસેલો સળીઓ ધરતાં લાકડું ખેંચાઈ સળીઆ તરફ આવે છે. લાકડાના ચોકઠામાં કાચની નળી બેસાડી તેને રેશમનો દોરો બાંધી છેડે જૂના બરુના ગરને લટકાવી ઘસેલો સળીઓ ધરતાં ગર ખેંચાઇ કાચના સળીઆને છેડે વળગે છે. ગરને બદલે બૂચ લટકાવી ઘસેલો સળીઓ ધરતાં પણ બૂચ ખેંચાય છે.

ઘસેલા સળીઆને રેશમી દોરી અને કાગળના પેંગડામાં આડો લટકાવી લાકડું ધરતાં સળીઓ લાકડાથી ખેંચાય છે.

બિલાડીનાં રુવાંવાળા ચામડાપર કાચના સળીઆને ઘસી કાગળના કડકા, સોનાના વરખ, પીંછાં, બરુના ગર કે બૂચ પાસે ધરતાં પણ એ વસ્તુઓ ખેંચાઈ કાચના સળીઆને છેડે વળગે છે. એ સળીઆને પ્રથમની પેઠે કાગળના પેંગડામાં રેશમની દોરીથી લટકાવીને લાકડું ધરતાં સળીઓ લાકડા તરફ ખેંચાય છે.

લાખની લાકડીને ઊનના ગરમ કોરા રુમાલથી—ફલાટીનથી ઘસીને એજ પદાર્થો પાસે ધરતાં ખેંચાઇ લાખની લાકડીને છેડે વળગે છે. લાખની લાકડીને કાગળના પેંગડામાં રાખી કાચની લાકડી—સળીઓ ધરતાં લાખની લાકડી ખેંચાય છે.

આ રીતે **ઘસવાથી પદાર્થમાં જે શક્તિ ઉત્તેજિત થાય છે તે વિદ્યુત—ઘર્ષણવિદ્યુત** (ઘસવાથી ઉત્પન્ન થયેલી વિદ્યુત) **કહેવાય છે.** ઘસ્યા વગરના કાચના સળીઆથી કે લાખની લાકડીથી કાંઈ અસર થતી નથી.

પદાર્થ માત્રમાં વિદ્યુત છે પણ હંમેશની સ્થિતિમાં **સમભાવી** કહેવાય છે. એ સમભાવી સ્થિતિમાં વિદ્યુત બીજા પદાર્થ પર કાંઇ અસર કરી શકતી નથી પણ ઘસવાથી સમભાવી વિદ્યુત ઉત્તેજિત થઇ અસર કરે છે.

ભીનાં રેશમી વસ્ત્ર સૂકવતાં તડતડ બોલે છે ને તણખા નીકળે છે; બિલાડીના ચામડા પર અંધારામાં હાથ ઘસતાં તણખા નીકળે છે એ તણખા વિદ્યુતના છે.

શીઘ્રવાહક અને મંદવાહક—પિત્તળના સળીઆપર રેશમ, ફ્લાટીન કે બિલાડીનાં રુવાંવાળું ચામડું ઘસી બૂચ, ગોળી કે કાગળના કડકા પાસે ધરતાં કાંઇ અસર થતી નથી, પણ પિત્તળનો સળીઓ કાચમાં જડેલો હોય એવો ગજ કાચમાંથી પકડી પિત્તળપર રેશમી રુમાલ, ફ્લાટીન કે બિલાડીનાં રુવાંવાળા ચામડા પૈકી એક વસ્તુથી ઘસી ધરતાં વસ્તુઓ પિત્તળના સળીઆ તરફ ખેંચાય છે.

પિત્તળનો ગમે તે ભાગ વસ્તુઓ આગળ ધરતાં વસ્તુઓ ખેંચાય છે પણ ઘસેલા કાચના સળીઆને માત્ર છેડેજ વસ્તુઓ ચોંટે છે, સળીઆના બીજા ભાગમાં કાંઇ અસર થતી નથી.

આ બે પ્રયોગથી સમજાય છે કે પિત્તળને ઘસવાથી વિદ્યુત તો ઉત્પન્ન થાય છે જ પણ પિત્તળના સળીઆમાં જલદી પ્રસરી જાય છે અને કાચના સળીઆમાં પ્રસરતી નથી એટલે કાચ ગરમીનો મંદવાહક છે તેમ વિદ્યુતનો પણ મંદવાહક છે. પિત્તળના સળીઆમાં ઉત્પન્ન થયેલી વિદ્યુત તમામ સળીઆમાં પ્રસરી ગઇ, શરીર અને પૃથ્વી પણ વિદ્યુતનાં શીઘ્રવાહક છે તેથી પિત્તળના સળીઆની વિદ્યુત શરીરમાં થઇ પૃથ્વીમાં જતી રહી તેથી ઘસેલા પિત્તળના સળીઆની વિદ્યુતની અસર પદાર્થપર થઈ નહિ; પણ કાચમાં પિત્તળને દાખલ કર્યું ત્યારે કાચ મંદવાહક હોવાથી પિત્તળના તમામ સળીઆમાં વિદ્યુત પ્રસરી અટકી રહી એટલે અસર જણાઈ.

ધાતુ, પૃથ્વી, મનુષ્યનાં–પ્રાણીનાં શરીર, સૂતરની દોરી, પાણી, એ વિદ્યુતનાં શીઘ્રવાહક છે અને કાચ, રેશમ એ વિદ્યુતનાં મંદવાહક છે. આ રીતે પદાર્થને બે રીતે વિદ્યુતવાળો કરી શકાય. (૧) પદાર્થને રેશમ કે ગરમ લૂગડે ઘસીને; (૨) શિઘ્રવાહક પદાર્થનો સ્પર્શ કરાવીને.

વિદ્યુતના પ્રકાર અને કાર્ય—ઘસેલા કાચના સળીઆને બરુનો ગર અડકે છે અને તરત દૂર ખસે છે, કાગળના કડકા ચોંટે છે અને કેટલીક

વારે પડી જાય છે. દૂર ખસેલો ગર પરત આવતો નથી પણ ગરને હાથ લગાડી પાછી સળીઆ પાસે ધરતાં વળી ચોંટે છે અને દૂર જાય છે. પ્રથમ કાચ અને ગરમાં સમભાવી વિદ્યુત હતી. કાચને રેશમથી ઘસ્યો એટલે ઘર્ષણ વિદ્યુત ઉત્પન્ન થઇ. એથી વિદ્યુતવાળા પદાર્થ અને વિદ્યુત વગરના પદાર્થ વચ્ચે આકર્ષણ થયું. ગર કાચને વળગ્યો એટલે કાચની વિદ્યુત ગરમાં પણ સ્પર્શથી દાખલ થઇ અને બન્નેમાં એકજ પ્રકારની વિદ્યુત થતાં ગર હલકો હોવાથી દૂર ખસ્યો. ગરને હાથ લગાડતાં હાથ—શરીર શીઘ્રવાહક હોવાથી વિદ્યુત ગરમાંથી શરીર મારફત પૃથ્વીમાં જતી રહી તેથી ગર વિદ્યુત વગરનો થયો એટલે કાચના સળીઆને ફરી ચોંટયો, પણ વળી સળીઆની વિદ્યુત મળતાં એકજ જાતની વિદ્યુતવાળા બન્ને પદાર્થ થતાં ગર દૂર ખસ્યો.

રેશમની દોરીને બદલે ગરને સૂતરની દોરીએ બાંધીએ અને દોરીને કાચની નળીએ ન બાંધતાં ધાતુના તારે બાંધીએ તો કાચની વિદ્યુત ગરમાં જાય, ગરની વિદ્યુત દોરીમાં જાય, દોરીની ધાતુના સળીઆમાં થઇ પૃથ્વીમાં જતી રહે એટલે ગર કાચને ચોંટેલોજ રહે; કારણ ગર વિદ્યુત વગરનો રહે છે.

કાચની નળીને બે રેશમની દોરી બાંધી બે ગર કે બૂચ લટકાવી ઘસેલો કાચનો સળીઓ ધરતાં બન્ને ગર કાચને અડી છૂટા પડશે અને બન્ને ગરની ગોળીઓ એક બીજાથી દૂર થશે; કેમકે બન્નેમાં કાચની એકજ જાતની વિદ્યુત દાખલ થઇ છે તેથી એક બીજાને દૂર ધકેલે છે.

બે બરુની ગોળીઓ લટકાવી એકના આગળ રેશમથી ઘસેલો કાચનો સળીઓ ધરીએ અને બીજીના આગળ ઊનથી ઘસેલી લાખની લાકડી ધરીએ તો એક ગોળીમાં કાચના સળીઆની અને બીજીમાં લાખની લાકડીની વિદ્યુત સ્પર્શથી દાખલ થશે એટલે એ બે ગરની ગોળીઓ એક બીજાથી દૂર ન જતાં બન્ને એક બીજાને ખેંચશે. આમાં બન્નેમાં વિરુદ્ધ ગુણવાળી વિદ્યુત દાખલ થવાથી એક બીજાને ખેંચે છે.

આ ઉપરથી વિદ્યુત સંબંધે આ પ્રમાણે ધારણ બંધાય છે:—

૧ સૃષ્ટિમાં તમામ પદાર્થ વચ્ચે વિદ્યુતનું કાર્ય થાય છે.

૨ વિદ્યુતવાળા અને વિદ્યુત વગરના પદાર્થ વચ્ચે આકર્ષણ થાય છે. ઘસેલા કાચ કે લાખને ગર કે કાગળ ચોંટે છે.

૩ એકજ રીતે ઉત્પન્ન થયેલી વિદ્યુતવાળા પદાર્થ એક બીજાથી દૂર ખસે છે. કાચના ઘસેલા બે સળીઆ એક બીજાને દૂર ધકેલે છે. બે લાખના દૂર ધકેલાય છે.

૪ જુદી જુદી રીતે ઉત્પન્ન થયેલી વિદ્યુતવાળા પદાર્થ એક બીજાનું આકર્ષણ કરે છે. લાખ અને કાચના ઘસેલા સળીઆ એક બીજાને આકર્ષે છે.

૫ બે પદાર્થ ઘસતાં બન્નેમાં વિદ્યુત ઉત્પન્ન થાય છે પણ બન્નેમાં જુદા જુદા પ્રકારની હોય છે. ઉદાહરણ—રેશમને કાચ પર ઘસતાં કાચમાં અને રેશમમાં જુદા જુદા ગુણવાળી વિદ્યુત ઉત્પન્ન થાય છે. એમ દરેક દાર્ષણ વખતે બને છે.

ઉપયોગઃ—વિદ્યુતથી તારના સંદેશા ચાલે છે. ગાડીઓ, આગગાડીઓ, મોટર, ટ્રામ, મીલો વગેરે કારખાનાં, પંખા, દીવાબત્તી વગેરે સાધનો ચાલુ થયાં છે.

વીજળી (આકાશી.)

આકાશી અને ઘર્ષણવિદ્યુત એકજ હોવાનો શોધઃ—આકાશમાં થતી વિદ્યુત અને ઘર્ષણવિદ્યુત એકજ પ્રકારની છે એમ અમેરિકન વિદ્વાન્ ફ્રેંકિલને શોધી કાઢ્યું હતું. આ બન્ને વિદ્યુત એકજ પ્રકારની છે એમ સમજી તે તેની શોધ કરતો હતો એવામાં તેણે બહુ ઉંચે ચઢેલો પતંગ વાદળા સાથે અથડાયેલો જોયો એટલે પતંગ મારફત આકાશી વિદ્યુત નીચે ઉતારવા વિચાર થયો. પતંગની વચ્ચેની ઉભી સળી (ઢઢ્ઢા) ને છેડે તારનો અણીવાળો કડકો બાંધી પતંગ ઉંચે ઉડાવ્યો. પતંગની દોરીને છેડે કુંચી લટકાવી કુંચીએ રેશમી દોરી બાંધી ઝાડના થડને બાંધી. પતંગમાં થઇ ઘનઘોર વાદળાં પ્રસાર થયાં પણ કુંચીએ હાથ અડાડતાં વીજળીની કાંઇ અસર થઇ નહિ એટલે મુંઝાયો. એટલામાં વરસાદના છાંટા પડયા. ફરી કુંચીએ હાથ અડાડયો એટલે જબરો આંચકો લાગ્યો અને આંગળી તથા કુંચી વચ્ચે તણખો જણાયો.

તાર શીઘ્રવાહક હોવાથી આકાશી વિદ્યુત તારમાં સ્પર્શથી પ્રવેશી સળીઆમાં ફેલાઇ, પણ રેશમી દોરી વિદ્યુતની મંદવાહક હોવાથી તારની વિદ્યુત દોરીમાં

ઉતરી નહિ. દોરી વરસાદથી ભીંજાતાં પાણી વિદ્યુતનું શીઘ્ર વાહક હોવાથી વિદ્યુત નીચે ઉતરી કુંચીમાં જણાઇ. આ રીતે બન્ને વિદ્યુત એકજ છે એમ ખાત્રી થતાં ફ્રેંકલિનના આનંદનો પાર રહ્યો નહિ.

વિદ્યુત નિરંતર સર્વત્ર વ્યાપી રહેલી છે:—વાદળાં વખતેજ વાતાવરણમાં ઉંચે વિદ્યુત છે એમ માનવાનું નથી. આકાશના સર્વ ભાગમાં હંમેશ–ગમે તે મોસમમાં ગમે તે જગોએ–એ રહેલી હોય છે. માત્ર ઓછી વત્તી હોય છે અને જુદાજુદા ગુણવાળી હોય છે. બે વસ્તુમાં વિરૂદ્ધ ગુણવાળી વિદ્યુત હોય અને એ બે વસ્તુઓ હવાથી કે બીજા કશાથી ગતિમાન થતાં અથડાય–ભેગી થાય એટલે બે વિરૂદ્ધ ગુણવાળી વિદ્યુતનો સંયોગ થતાં તણખા નીકળે છે–ઝબકારો થાય છે ત્યારે વીજળી થઇ એમ કહેવાય છે. વીજળીનો ઝબકારો કોઇ વખતે અલ્પ, કોઇ વખતે બહુ લાંબો, કોઇ વખતે સર્પાકાર અને કોઇ વખત બોડાં ડાળ જેવો હોય છે. બન્ને વિદ્યુત જોસભેર હોય તો સયોગ થતાં ઝબકારો જોસભેર થાય છે. વાદળાં ન હોય ત્યારે પણ બે વિરૂદ્ધ ગુણવાળા વાયુ અથડાવાથી વિદ્યુતના ઝબકારા થાય છે.

વીજળીનું પડવું:—વીજળીનો ચમકારો વાદળાંથી પૃથ્વી સુધી પથરાઇ પહોંચી જાય છે ત્યારે વીજળી પડી એમ કહેવાય છે. પૃથ્વી કે પૃથ્વીપરના પદાર્થોને અડી પૃથ્વીમાં પડેલી વિદ્યુત સમાઇ જાય છે. પૃથ્વીપરની વસ્તુમાંની વિદ્યુતનો વાદળાંમાંની વિદ્યુત સાથે સંસર્ગ થતાં બન્ને વિરૂદ્ધ ગુણવાળી વિદ્યુત હોય ત્યારે આકર્ષણ થતાં આકાશી વીજળી પૃથ્વી તરફની વસ્તુ ખેંચાઇઆવી પૃથ્વી પર પડે છે. મોટી ઇમારતો, ઉંચાં ઝાડ વાદળાંની નજીક હોવાથી એ વિદ્યુતનો સંસર્ગ થઇ જાય છે ત્યારે વીજળી પડે છે. જે વસ્તુઓ વિદ્યુત–વાહક–વિદ્યુતની શીઘ્રવાહક અને અણીદાર હોય તેના પર વિશેષે કરીને પડે છે. ઘર–હવેલીપર વિદ્યુત પડે એટલે ઘરમાં વપરાયેલો ધાતુનો સામાન વિદ્યુતને ખેંચે છે તેથી ઘર ભાગી છિન્નભિન્ન થઇ જાય છે, અને મનુષ્યોને નુકસાન થાય છે.

વીજળીથી બચાવ કરવાની કળા—ઉંચી હવેલીઓ અને અણીદાર મકાનોને પડતી વિદ્યુતથી બચાવવાને પડતી વિદ્યુતને એકદમ પડતાની

સાથે મકાનનો સ્પર્શ કર્યા સિવાય શીઘ્રવાહક ધાતુના સળીઆ મારફત જમીનમાં ઉતારી દેવાની તજવીજ કરવામાં આવે છે. ત્રાંબાની પહોળી પટ્ટીનો એક છેડો જમીનમાં ઉતારી દૂર સુધી લંબાવવામાં આવે છે અને પટ્ટીને મકાનની બાજુએ જડી ઉપર લઇ જઇ તેનાપર લોખંડનો અણીદાર સળીઓ જડી મકાનની ટોચથી કે અણીદાર ભાગથી ૬ થી ૧૦ ફીટ ઉંચો આકાશમાં રાખવામાં આવે છે એટલે મકાનપર પડતી વિદ્યુત આ પટ્ટી મારફત પરભારી જમીનમાં ઉતરી જાય છે અને બાજુએ પડતી વિદ્યુત પણ ખેંચાઇ આ પટ્ટીમાં થઇ જમીનમાં ઉતરી જાય છે.

વીજળીનો વેગ-ગતિ:—ચમકારો એ પદાર્થના અથડાવાથી થાય છે, અને ગર્જના પણ એ વસ્તુના અથડાવાથી થાય છે. આકાશમાં એ વાદળાં કે પવન પ્રથમ અથડાઇ અવાજ થાય છે અને તરતજ ચમકારો થાય છે છતાં વિદ્યુત વહેલી દેખાય છે અને અવાજ પછીથી કેટલીક વારે સંભળાય છે. અવાજ ચમકારા પછી લગભગ ૫ સેકન્ડે સંભળાય છે. અવાજનો વેગ સરાસરી દર સેકન્ડે ૧૧૨૦ ફીટ ગણાય છે તેથી વિદ્યુતનો વેગ દર સેકન્ડે ૧૧૨૦×૫=૫૬૦૦ ફીટ ગણાય છે.

ચુંબક-લોહચુંબક.

શબ્દાર્થ:—ચુંબક=ચુંબનાર-વળગનાર. લોહચુંબક=લોઢાને વળગનાર. ચુંબકમાં લોઢાને ખેંચવાનો કુદરતી ગુણ છે. એને ચુંબક, લોહચુંબક, લોહકાંત, ચમકપાણુ પણ કહે છે અને એ ખનિજ પદાર્થ છે. વળી લોખંડમાં ચુંબકનો ગુણ આપી બનાવટી લોહચુંબક બનાવાય છે.

ચુંબક ગુણ—એ સોયને દોરીથી દૂર દૂર આડી સ્થિર લટકાવી લોહચુંબક ધરતાં મરજી પ્રમાણે ગતિમાન કરાય છે અને મરજી પ્રમાણે દિશામાં સ્થિર રખાય છે. સોયોને બદલે સીસાની પેન્સીલો, ત્રાંબા કે પિત્તળના તાર લટકાવી ચુંબકથી મરજી પ્રમાણે ગતિમાન કરાય છે અને મરજી પ્રમાણે દિશા બદલી શકાય છે અને મરજીમાં આવે તે સ્થળે સ્થિર કરાય છે. થાળી કે રકાબીમાં સોય રાખી તળે લોહચુંબક ફેરવતાં સોય ફરે છે અને ચુંબક સોયને નચાવે છે. ચુંબકને બદલે લોઢાનો કડકો ફેરવતાં કાંઇ અસર થતી નથી.

ચુંબક ગુણ છેડે હોય છે—ચુંબક કે બનાવટી ગજવેલના ચુંબકને છેડે કુંચી ધરતાં કુંચી ચોંટે છે, પણ વચમાં ચોંટતી નથી. ચુંબક પર તારની ઝીણી ચાળણીથી લોખંડનો ભૂકો ચાળતાં બે છેડે મોટા ગુચ્છ વળગે છે પણ બન્ને છેડેથી વચમાં જતાં નિયમસર કદમાં ન્હાના થતા જાય છે અને વચમાં મધ્યબિન્દુ પાસે બિલકુલ ચોંટતા નથી. ટેબલપર સરખી સપાટીમાં લોઢાનો ભૂકો પાથરી તેના પર ચુંબક મૂકી ઉંચું કરતાં પણ એવીજ સ્થિતિ થાય છે. સોય બે છેડે વળગે છે પણ ચુંબકના મધ્ય ભાગમાં વળગતી નથી.

બનાવટી ચુંબકમાં પણ બે છેડે ચુંબક ગુણ દાખલ થાય છે.

ચુંબક ગુણવાળો ૧ છેડો—ઉત્તર છેડો ઉત્તર પ્રાન્ત અને બીજો છેડો—દક્ષિણ છેડો દક્ષિણ પ્રાન્ત કહેવાય છે.

ચુંબકના કે ચુંબક ગુણવાળી સોયના વિભાગ કરતાં દરેક વિભાગ સ્વતંત્ર ચુંબક થાય છે અને દરેક વિભાગના બે છેડાએ ચુંબક ગુણ હોય છે. એ પ્રમાણે ગમે તેટલા વિભાગ કરતાં દરેક વિભાગ બે છેડાવાળો ચુંબક બને છે.

ચુંબકનું કાર્ય—સોયના મધ્ય બિન્દુમાં જરા કાપ મૂકી ચુંબકનો એક છેડો તેના (સોયના) અર્ધા ભાગ પર દસ વીસ વાર ઘસવો અને બાકીના સોયના અર્ધા ભાગપર ચુંબકનો બીજો છેડો એજ રીતે દસ વીસવાર ઘસવો અને એ સોયને બૂચ સાથે જડી પાણીની રકાબીમાં તરતી મૂકવી એટલે સોયનો એક છેડો ઉત્તરમાં અને બીજો છેડો દક્ષિણમાં સ્થિર થશે. બૂચને ચાર પાંચ આંટા ચક્કર ખવડાવી પૂર્વ પશ્ચિમ મૂકી દેતાં પણ સોય ઉત્તર દક્ષિણમાં જઈ સ્થીર થશે. આ રીતે ચુંબકનો ગુણ ઉત્તર દક્ષિણ રહેવાનો છે તેથી ઉત્તર તરફનો છેડો ઉત્તર છેડો અને દક્ષિણ તરફનો દક્ષિણ છેડો કહેવાય છે.

ચુંબકને કુંચી વળગતાં કુંચી ચુંબક ગુણવાળી થાય છે અને તેનો બીજો છેડો પણ ચુંબકવાળો બને છે, એટલે બીજે છેડે બીજી કુંચી લટકાવી શકાય અને બીજીને ત્રીજી લટકાવી શકાય.

ચુંબકને લોઢાનો ભૂકો વળગે છે. કુંચીની પેઠે ભૂકાનો દરેક કણુ ચુંબક ગુણ વગરનો હોય છે, પણ ચુંબકને અડકતાં દરેક કણના બે છેડા ચુંબક ગુણ-

વાળા થાય છે તેથી એક છેડો ચુંબકને વળગે છે અને બીજો છેડો ખુલ્લો હોય છે તેને બીજો કણુ વળગી તે ચુંબકવાળો થાય છે. એ રીતે એક બીજાને વળગી ગુચ્છો થાય છે.

બે ઉત્તર કે બે દક્ષિણુ છેડા એક બીજાને દૂર કરે છે પણુ બે વિરુદ્ધ છેડા એક બીજાને આકર્ષે છે. કુંચી કે ભૂકાના જુદા જુદા છેડા એક બીજાને વળગે છે. કુંચી કે ભૂકો જુદો પડતાં ચુંબક ગુણુ જતો રહે છે.

હોકાયંત્ર.

વ્યાખ્યા:—ઉત્તર દક્ષિણુ દિશામાં રહેવાનો ચુંબકનો ગુણુ—સ્વભાવ છે તેથી ઉત્તર દક્ષિણુ દિશા નક્કી કરવા છુટા લટકતા ચુંબકથી ભર સમુદ્રમાં જ્યાં આકાશ અને પાણી વગર કાંઇ દેખાતું નથી ત્યાં દિશા નક્કી કરવાનું બની શકે છે અને ઉત્તર કે દક્ષિણુ દિશા જાણુતાં ડાબા જમણા હાથ પરથી ચાર દિશા અને ચાર ખૂણાનું સહજ ભાન થઇ શકે છે. આ છુટા ચુંબકના એક છેડા પર ઉત્તર અને બીજા છેડા પર દક્ષિણુ નામ લખેલું હોય છે. યા દિશા ઉત્તર કે દક્ષિણુ જાણુવા છાપેલા કાગળ તળે ગોઠવવામાં આવે છે, તેથી ઉત્તર દક્ષિણુની ભાંજગડ રહેતી નથી. આવી રીતે ચુંબક ગુણુવાળી ઉત્તર દક્ષિણુ દિશાએ રહેતી સોય **હોકાયંત્ર** કહેવાય છે.

બનાવટ:—હોકાયંત્રમાં ૧ ચુંબક ગુણુવાળી સોય, ૨ દિશા અને ખૂણા બતાવી છાપેલો આંકાવાળો જાડો કાગળ અને ૩ એ બેને ગોઠવવાની દાબડી એ ત્રણુ વસ્તુની જરૂર પડે છે. કાગળને સોય સાથે ઉપર જડી લીધેલો હોય છે તેથી સોય સાથે કાગળ હાલ્યા કરે છે અને સોય ફરતાં કાગળ ફરે છે. દાબડીને ગમે તેમ ફેરવતાં સોય અને તેના પર જડેલો કાગળ ઉત્તર દક્ષિણુજ રહે છે તેથી ગમે તે સમયે દિશા જાણી શકાય છે.

કેટલાંક હોકાયંત્રમાં સોય ઉપર ને કાગળ નીચે હોય છે અને બન્નેને જડી લેવામાં આવતાં નથી. આ હોકાયંત્રની દાબડી ન્હાની હોય છે.

ઉપયોગ:—પહેલા પ્રકારનાં મોટાં હોકાયંત્ર સમુદ્રમાં વપરાય છે. વહાણુનો મુખ્ય અમલદાર કપ્તાન કહેવાય છે અને તેના હાથ નીચેનો અમલદાર માલમ કહેવાય છે તે હોકાયંત્રની મદદથી માર્ગ જાણી શકે છે. સમુ-

દ્રમાં દિશાની ખબર ન રહે તો રસ્તા સિવાય વહાણ ચલાવતાં ખડક સાથે અથડાઇ પડવાનો યા ખોટે માર્ગે ચઢી જવાનો ભય રહે છે. આજ કારણથી જૂના વખતમાં સમુદ્રની સફર બહુ મુશ્કેલ–જીવના જોખમની ગણાતી હતી. કાંઠા પરજ સફર થતી, કાંઠે કાંઠે ચાલતાં વધુ વખત જતાં થોડી મુસાફરી થતી, દિવસે સૂર્ય પર અને રાત્રે ચંદ્ર કે તારા પર આધાર રાખવો પડતો અને તે છતાં વાદળાં અને ધૂમસ વરસતાં દિશાનું ભાન રહેતું નહિ ત્યારે ઘણો ભય આવી પડતો; પણ ૮૦૦ વર્ષ પર ચુંબક ગુણવાળી સોય (હોકાયંત્ર) વાપરવાનું શોધવામાં આવતાં સુગમ થઇ ગયું છે.

બીજા પ્રકારનું હોકાયંત્ર ખીસ્સામાં રખાય એવું હોય છે અને જમીન પર વપરાય છે. કોઇ ખીસ્સાનાં ઘડીઆળના અછોડા સાથે લટકાવી વાપરે છે.

હવાની ઘટના.

બંધારણઃ—હવાની ઘટના–હવાની બનાવટ હવા શાની બની છે તે.

હવાને આપણે જોઈ શકતા નથી પણ સ્પર્શથી–અસરથી સમજી શકીએ છીએ. હવાને આપણાં શાસ્ત્રોમાં તત્ત્વ ગણેલું છે પણ હાલના શોધથી એ તત્ત્વ નહિ પણ એ કેટલાંક તત્ત્વ–કેટલાક પ્રકારના વાયુ વગેરે મળીને બનેલી છે એમ સિદ્ધ થયું છે. જેમાં બીજા કોઇ પણ તત્ત્વનો ભેળ થયો ન હોય તેજ તત્ત્વ કહેવાય છે તેથી હવે હવા તત્ત્વ ગણાતું નથી. હવા અદૃશ્ય છે તેમ અતિ પારદર્શક છે. વળી જુદા જુદા વાયુ મળી હવા તે વાયુઓનાથી જુદા ગુણવાળો પદાર્થ બનેલો નથી તેમના મેળાપથી માત્ર હવાજ બની છે.

હવામાંના મુખ્ય વાયુ—કાચની બરણીને ભીની કરી લોઢાનો સ્વચ્છ વેર પાથરવો એટલે બરણીને વેર ચોંટશે. અથવા મલમલની કોથળીમાં લોઢાનો થોડો સ્વચ્છ ભૂકો ભરી ભીની કરી કાચના સળીઆને છેડે બાંધી છેડો નીચે રહે તેમ ખાલી શીશામાં મૂકીએ અને પછી બરણીને કે શીશાને પાણી ભરેલી છાછર રકાબીમાં ઉંધાં વાળીએ અને કેટલાક દિવસ રહેવા દઇએ. બરણી કે શીશો ખાલી જણાય છે પણ અદૃશ્ય હવાથી ભરેલો છે. હવે પાણીની રકાબીમાં ઉંધા વાળતાં બરણી કે શીશાની હવા વાતાવરણની હવાથી જુદી પડી છે. કેટલેક દિવસે રકાબીમાંનું પાણી બરણી કે શીશામાં

ચડે છે અને અંદરનો વાયુ કમી થાય છે. વાયુને બહાર નીકળવા જગા મળી નથી છતાં કમી તો થયો છે. પાણી બરણી કે શીશાના ૫મા ભાગમાં ભરાયું છે અને હવા ૫મા ભાગની કમી થઈ છે. લોઢાના સ્વચ્છ વ્હેરપર કાટ ચઢયો છે. હવે બરણી કે શીશાને વધુ રાખી મૂકતાં પાણી ચઢતું નથી અને હવા ઘટતી નથી. કાટ એ લોઢું-લોઢાનો વ્હેર નથી. લોઢાપર ભૂરો ભૂકો ઢંકાય છે અથવા લોઢાના વ્હેરનો ભૂરો ભૂકો થાય છે તે કાટ છે.

હવામાં મીણબત્તી બળે છે પણ ધીમેથી રકાબી ખસેડી લઈ આ શીશા કે બરણીમાં બળતી મીણબત્તી દાખલ કરતાં હોલવાઇ જાય છે એટલે શીશામાંની હવા વાતાવરણના કરતાં જુદી છે એમ સમજાય છે. શીશો કે બરણીમાંથી ૫ મા ભાગનો પવન જતો રહ્યો છે અને ⅘ ભાગનો રહ્યો છે. જે રહેલો પવન બળતાને મદદ કરતો નથી પણ જતો રહેલો પવન અંદર હોત તો બળતું ચાલુ રહેત એટલે જતો રહેલો પવન બળતાને મદદ કરે છે. આ જતો રહેલો પવન લોઢાના ભૂકા સાથે મળી ગયો અને તેનો કાટ બન્યો. એ ઑક્સીજન વાયુ કહેવાય છે અને બરણીમાં કે શીશામાં રહેલો પવન નાઇટ્રોજન કહેવાય છે. હવામાં ઑક્સીજન ⅕ ભાગ અને નાઇટ્રોજન ⅘ ભાગ છે. બીજા પદાર્થો, વાયુઓ હવામાં છે પણ બહુ થોડા છે તેથી આ બેજ મુખ્ય વાયુની હવા બનેલી છે એમ કહેવાય છે.

ઑક્સીજનથી ધાતુપર કાટ ચઢે છે. ઑક્સીજન મળે છે ત્યારે ધાતુનું એક રીતે બળવું થાય છે. પણ આ બળવું ધીમું થાય છે. ઑક્સીજન પારા સાથે મળી સિંદૂર બનાવે છે; કેમકે સિંદૂર એ પારાનો ઑક્સાઇડ (ઑક્સીજનથી બનેલો) છે. કાટ એ ઑક્સાઇડ છે.

ફૉસ્ફરસ સાથે ઑક્સીજન મળતાં તરત સળગી ઉઠે છે તેથી ભીનો રાખવામાં આવે છે. છાછર રકાબીમાં પાણી ભરી ઉપર કોરી તાસક મૂકી તાસક વચમાં રહે અને પાણી તાસકમાં પેસે નહિ એવી રીતે બે પાસથી ઉઘાડી કાચની બરણી પાણીમાં મૂકતાં બહારની હવા નીચેથી બરણીમાં પેસતી નથી. ભીનો વટાણા જેટલો ફૉસ્ફરસ શાહીચૂસથી ઝટ કોરો પડી તાસકમાં મૂકી સળગાવી તરતજ ઉપરનું બરણીનું મુખ બંધ કરી દે તો ફૉસ્ફરસ બળ્યા

કરે છે; કેમકે બરણીમાંનો ઑક્સીજન ફૉસ્ફરસને બળવામાં મદદ કરે છે, પણ અંદરનો ઑક્સીજન ખપી જતાં બળતું હોલવાઇ જાય છે અને ધૂમાડો અંદરના રકાબીના પાણીમાં શોષાઈ જાય છે. બરણીમાંનો પવન ગરમ થયેલો તેથી ઑક્સીજન સિવાયનો નાઇટ્રોજન રહેલો છે; પણ તે ગરમીથી થયેલો હોવાથી બધી બરણીમાં રોકાયેલો છે પણ ટાઢો પડતો જાય છે તેમ તેમ સંકોચાતો જાય છે એટલે નીચેથી પાણી બરણીમાં ઉંચું ચઢતું જાય છે. સંપૂર્ણ ચઢવાનું પૂરું થતાં બરણીના $\frac{1}{5}$ ભાગમાં પાણી ચઢે છે એટલે ફૉસ્ફરસને બાળવામાં હવાનો $\frac{1}{5}$ ભાગ ઑક્સીજન ખપી ગયો અને $\frac{4}{5}$ ભાગ નાઇટ્રોજન બરણીમાં બાકી રહે છે એમ આ પ્રયોગથી સમજાય છે.

આ રીતે ગમે તે સ્થળે ગમે તે સમયે પ્રયોગ કરતાં હવામાં $\frac{1}{5}$ ભાગ ઑક્સીજન અને $\frac{4}{5}$ ભાગ નાઇટ્રોજન છે એમ સમજાય છે.

હવામાં રહેલા બીજા પદાર્થ:—આ બે વાયુ સિવાય હવામાં ૧થી ૪ ટકા વરાળ અને. ૪ કાર્બોનિક ઍસિડ વાયુ, સહજ ઍમોનિયા વાયુ અને નૈટ્રિક ઍસિડ વાયુ છે. વળી હવામાં સેંદ્રિય (ઇંદ્રિયવાળાં) અને સૂક્ષ્મ જન્તુઓ, ધૂળ અને બીજા પદાર્થની રજકણો ભળેલી હોય છે જે બેળિયામાં દેખાય છે. છતાં આ બધા વાયુઓ અને રજકણો કે જન્તુઓનું પ્રમાણ અતિ થોડું હોવાથી ઑક્સીજન અને નાઇટ્રોજન એ બેજ મુખ્ય વાયુ ગણાય છે.

હવાના વાયુઓના ગુણ.

ઑક્સીજનનો ગુણ–ધર્મ–ઑક્સીજનને રંગ નથી, સ્વાદ નથી કે વાસ નથી. ઑક્સીજનને નીકળતાં બાળીએ તો જાતે બળતો નથી પણ બીજી વસ્તુ હવામાં બળે છે તેના કરતાં ઑક્સીજનમાં જોસથી બળે છે. ઑક્સીજનના શીશામાં ધગધગતો અંગારો ધરતાં ભડકો થાય છે, ચળકાટથી બળે છે અને ઝડપથી બળે છે. ચણગારીવાળું લાકડાનું છોડીઉં કે કોલ્સો પણ ઑક્સીજનમાં એકદમ સળગી ઉઠે છે. ભડકા સાથે બાળવામાં ઑક્સીજન અગત્યનો છે; કેમકે ઑક્સીજન બાળવામાં પોષક છે. હવામાંથી ઑક્સીજન જતો રહે તો બળતું ચાલુ રહેતું નથી. હવામાં પદાર્થ બળે છે ત્યારે હવામાંનો ઑક્સીજન પદાર્થનાં કેટલાંક તત્ત્વો સાથે મળે છે અને

ઑક્સાઇડ બનાવે છે. ધાતુનો કાટ એ ઑક્સાઇડ છે. તે કાર્બન સાથે મળી કાર્બોનિક ઍસિડ બનાવે છે. મીણબત્તી કે તેલની સાથે ઑક્સીજન મળતાં મીણુ કે ચરબી અને વાટમાંના કાર્બન સાથે મળી કાર્બોનિક ઍસિડ બને છે અને તેમાંના હાઇડ્રોજન સાથે મળી ગરમ પાણી–વરાળરુપ થઇ જાય છે. લોહીમાંના કાર્બન સાથે ફેફસાંમાં ઑક્સીજન મળતાં કાર્બોનિક ઍસિડ અને હાઇડ્રોજન સાથે મળી બાષ્પ થઈ ઉચ્છ્વાસમાં નીકળી જાય છે. એથી આ દહનક્રિયા ચાલુ રહેતાં પ્રાણીઓનાં શરીર બીજા પદાર્થો કરતાં ગરમ હોય છે અને ઝાડ નીચે હુંફ વળે છે. એથી શરીરમાં ઘી, તેલ વગેરે ચરબીવાળા (કાર્બન×કહાઇડ્રોજન તત્ત્વવાળા) પદાર્થ આપતાં ગરમી ટકી રહે છે કે ખૂટતાં એ પૂરી પાડે છે. દીવાની નીચેથી પવન આવવાની ગોઠવણ કરવાથી બત્તી બળતી રહે છે પણ એ રસ્તો બંધ કરતાં ઑક્સીજન ન મળવાથી હોલવાઇ જાય છે. ચૂલામાં ભડકો કરવા ભુંગળીમાંની હવાને દેવતા પર ધકેલતાં હવામાંના ઑક્સીજનથી ભડકો થાય છે. ઑક્સીજન બહુ ચંચળ છે તેથી દહન વખતે ઑક્સીજન ઝટ મળી જાય છે અને તેથી ઉષ્ણતા અને પ્રકાશ નીકળે છે.

ઑક્સીજન વગર મનુષ્યનાં કે પ્રાણીનાં ફેફસાંમાં ગરમી થતી નથી તેથી એ પવન પ્રાણીના જીવનને ખાસ ઉપયોગી છે.

પ્રમાણ–પાણી એ ઑક્સીજન અને હાઇડ્રોજન મળીને બનેલું છે. પાણીમાંનો અને વાતાવરણમાંનો ઑક્સીજન માત્ર સૃષ્ટિમાં છૂટો છે અને બાકીનો તમામ ઑક્સીજન બીજાં તત્ત્વો સાથે મળી ગયેલો છે. સૃષ્ટિમાં જેટલો ઑક્સીજન છે તેનો માત્ર ૨૦ લાખમો ભાગજ છૂટો છે. આ કરતાં વધુ છૂટો હોત તો સૃષ્ટિ ન હોત, ઘન કે દ્રવ–પ્રવાહી પદાર્થ ન હોત, પ્રાણી કે વનસ્પતિ જીવી શકત નહિ; કેમકે અતિ ગરમી થતાં સૌ વાયુરુપ બની જાત.

ઑક્સીજન તૈયાર કરવાની રીતઃ—૧. ચંબુમાં સિંદૂરને ખૂબ તપાવતાં પારો અને ઑક્સીજન જુદા પડે છે. ગરમીથી પારો વરાળરુપ ધારણ કરી નળીમાં જઈ બીજી બાજુએ ઠરે છે. ઑક્સીજન બહાર નીકળે છે તે ચણગારી ધરવાથી સમજાય છે. તેને ઉપરથી ભરી શકાય.

૨. પોટેશિયમ ક્લોરેટ+તેટલોજ મેંગેનીસ ડાય ઓક્સૈડ—મેંગેનીસ ડાયોક-સાઈડ તાંબાના વાસણમાં રાખી ખૂબ તપાવતાં આ વાયુ નીકળતાં જુદા જુદા શીશામાં એકઠો કરાય છે.

નાઇટ્રોજન–નૈટ્રોજન વાયુના ગુણ–ધર્મ—નૈટ્રોજન વાયુ દહન–બળવાને મદદ કરતો નથી તેથી એમાં સળગતી દીવાસળી કે મીણબત્તી મૂકતાં હોલવાઈ જાય છે. એમાં સ્વાદ નથી, રંગ નથી કે વાસ નથી. એમાં પ્રાણી જીવી શકતું નથી; કેમકે ગરમી ચાલુ રાખવાની એમાં શક્તિ નથી અને ગરમી ચાલુ રહ્યા વગર પ્રાણી જીવી શકતું નથી. તેથી ઉંદર એ પવનમાં મૂકતાં તે મરી જાય છે. એ ઑક્સીજનની પેઠે બીજાં તત્ત્વો સાથે ઉતાવળો સંયોગ પામતો નથી. એ જાતે ઝેરી નથી છતાં ઘણા ઝેરી પદાર્થમાં એ દેખાય છે. એ જાતે બળતો પણ નથી.

ઉપયોગ:—આ વાયુ ઑક્સીજન સાથે મળી તેને મંદ કરી પ્રાણી-ઓના ઉપયોગનો બનાવે છે. સ્વતંત્ર ઑક્સીજન પ્રાણીઓથી સહન થઇ શકે નહિ. ઑક્સીજન સાથે એ વાયુ મળી તેને ઓગાળે છે. એ વાતાવરણમાંથી પ્રત્યક્ષ મળતો નથી છતાં પ્રાણીઓના શરીરની પેશીઓમાં–(ઝીણા તંતુઓમાં) હોય છે. એ પ્રાણી અને વનસ્પતિના જીવને આવશ્યક જરૂરનો છે.

ભેજનો ઉપયોગ:—હવામાં પાણીની વરાળ એ હવાનો ભેજ કહેવાય છે. ભેજથી વાતાવરણ ગરમ થઇ જતું અટકે છે યા ગરમ વાતાવરણને ઠંડું પાડી સ્થિર કરે છે તેથી પ્રાણી અને વનસ્પતિને હવા ઉપયોગી થાય છે. વળી હવાનો ભેજ જાતે પણ પ્રાણીઓ અને વનસ્પતિનાં શરીરને પોષે છે.

કાર્બોનિક ઍસિડ વાયુના ગુણ–ધર્મ—એ હવા કરતાં ભારે છે તેથી પૃથ્વી કે પાણીની સપાટીપર હવા નીચે રહે છે અને ઉંચે ચઢતો નથી. ભારે હોવાથી શીશામાં ઉપરથી રેડી ભરી શકાય છે. એને વાસ કે રંગ નથી. પંડે બળતો નથી અને દહનને બંધ પાડે છે. બળતી મીણબત્તીપર એ વાયુ રેડતાં બત્તી હોલવાઇ જાય છે. બરણીમાં કારબોનિક ઍસિડ રેડતાં તળે બેસે છે તેથી બરણીનું મુખ ઉઘાડું રાખવા છતાં તળે બળતી મૂકેલી મીણબત્તી હોલવાઇ જાય છે. પોતે તળે બેસી પાતળી હવાને ઉપર કાઢે છે. કાર્બોનિક

ઍસિડવાળી બરણીમાં થેાડું પાણી રેડી ઉપર હાથ વડે મુખ દાબતાં નીચેના પવનના દબાણથી હાથ ઉપરના વાયુનું દબાણ ચાલતું નથી તેથી દાબતાં જોર કરવું પડે છે. પણ બરણીને એજ રીતે હાથ રાખી ખૂબ હલાવીએ તેા પછી હાથે જોર કરવું પડતું નથી. હવે હલાવતાં બરણીમાંનેા પવન નીકળવા દીધેા નથી છતાં પવન કમી થતાં ઉપરના વાયુનું દબાણ હાથ પર વધ્યું છે એટલે અંદર વાયુ કમી થયેા છે તે પાણીમાં ગળી ગયેલેા છે અને પાણી સેાડા વૉટરની પેઠે જીભને ચચરાવે એવું થયું છે એટલે એ પવન પાણીમાં ઓગળે છે.

ચૂનાના નીતર્યા પાણીમાં કાર્બોનિક ઍસિડને રેડવાથી પાણી દૂધ જેવું ધેાળું થાય છે. રકાબીમાં ચૂનાનું નીતર્યું પાણી ભરી હવામાં રાખતાં પણ ઉપર ધેાળું પડ બાઝે છે ને ધીમે ધીમે ઘટ્ટ થતું જાય છે એ હવામાંના કાર્બોનિક ઍસિડથી થાય છે. ચૂનાના પાણીપર ફુંક મારી ઉચ્છ્વાસમાંનેા કાર્બોનિક ઍસિડ રેડીને પણ ધેાળું કરી શકાય છે.

હવામાં થઇ વરસાદ પડતાં કાર્બોનિક ઍસિડ વાયુ પાણીમાં થેાડેા ગળેલેા હેાય છે. કાર્બોનિક ઍસિડ વાયુ ગળેલેા હેાય એવું પાણી જોરથી ઊકળે છે. ઘન પદાર્થ ઠંડા પાણીમાં કમી ગળે છે ને ગરમ પાણીમાં વધુ ગળે છે; પણ વાયુએા ઠંડા પાણીમાં વિશેષ ગળે છે અને ગરમ થતાં હલકા થઇ નીકળી જાય છે. આ વાયુપર દબાણ કરી પાણીમાં ઓગાળી શકાય છે, પણ દબાણ ખસતાં ઉપર તરી આવે છે જેથી સેાડાવૉટર, લેમેાનેડ વગેરેમાં દબાણનેા બૂચ ખસતાં ઉભરા રુપે બહાર નીકળવા જોર કરે છે, પણ તે પાણીમાં ગળેલેા હેાવાથી સાથે પાણીને પણ ઉંચું કરે છે.

ઉપયેાગ—આ વાયુ પ્રાણીને હાનિકારક પણ વનસ્પતિને ઉપયેાગી છે. વનસ્પતિનું શરીર કાર્બન છે. વનસ્પતિનાં પાંદડાં સૂર્યપ્રકાશની મદદથી હવામાંના કાર્બોનિક ઍસિડને ચૂસે છે અને તેનું પ્રથકકરણ કરી કાર્બનને પેાતાના શરીરમાં પહેાંચાડી ઑકસીજનને બહાર કાઢે છે, રાત્રે સૂર્યનાં કિરણ નહિ હેાવાથી ઑકસીજન લે છે અને કાર્બોનિક ઍસિડને બહાર કાઢે છે પણ રાત્રિની ક્રિયા મંદ હેાય છે તેથી કાર્બનનેા ઘણેા ભાગ વનસ્પતિમાં રહે છે.

પ્રાણીએા રાત દિવસ શ્વાસમાં ઑકસીજન લઇ કાર્બોનિક ઍસિડને

બહાર કાઢે છે આથી દિવસની આ બે ઉલટી ક્રિયાઓ એક બીજાને લાભકારી છે, પણ રાતની એકજ પ્રકારની ક્રિયાઓ એક બીજાને નુકસાનકર્તા છે. લાકડાં, કોલસા, મીણબત્તી, તેલ વગેરે બળતાં કાર્બોનિક ઍસિડ ઉત્પન્ન થાય છે, પણ હવામાં અતિ થોડું પ્રમાણ હોવાથી અને વનસ્પતિમાં વપરાતો હોવાથી પ્રાણીપર એની અસર વધુ થતી નથી. બળતા દીવા કે ભઠ્ઠી પાસે ઑક્સીજન ન આવે તો આ હવા સર્પ સમાન થઇ પડે છે અને રાતના સમયમાં ઝાડ નીચે સૂવું સારું નથી. ફેફસાંને સહજ પ્રમાણમાં સારું છે તેથી સોડાવૉટરમાં વપરાય છે.

ઉત્પન્ન કરવાની રીત—ચાક કે આરસપહાણના કડકા પર મીઠાનો તેજાબ રેડતાં એ ઝટ પરપોટારુપે છૂટે છે અને ઉપર એકઠો થાય છે તે રેડી બરણીઓમાં ભરી શકાય છે. આવી ભરેલી બરણીઓ સૉડા, લેમોનેડનાં કારખાનામાં વપરાય છે.

કાળજું.

રચના—કાળજું એ કલેજું કે પિત્તાશય–યકૃત પણ કહેવાય છે. એ આશ્ચર્યકારક રમુજી અંગ છે. એ માંસનો મોટો ગોળો છે. આ મોટો ગોળો ન્હાના અનેક ગોળા–કોષોથી બનેલો હોય છે. કોષોનો આકાર વિચિત્ર હોય છે. કલેજું બહારથી લીસું અને ચપટું હોય છે અને માંહેથી ખડબચડું અને તેમાંથી નસો બહાર નીકળેલી હોય છે. કલેજાનો રંગ રતુમડો–રતાશ પડતો ભુરો હોય છે એ ન્હાનું અને અસમાન હોય છે. અંદરના ભાગે નસો (તન્તુઓ) પથરાયેલી હોય છે અને તેમાંથી નસો બહાર નીકળેલી હોય છે. કલેજાનો રંગ રતુમડો રતાશ પડતો ભુરો હોય છે. એના ન્હાનું અને મોટું એવા બે વિભાગ હોય છે. જમણો વિભાગ જમણી તરફ પાંસળીઓની નીચે ન્હાનાં આંતરડાંની ઉપર અને ડાબો વિભાગ ડાબા પડખા તરફ હોય છે. જમણો વિભાગ મોટો અને ડાબો વિભાગ ન્હાનો હોય છે. પુખ્ત વયના તન્દુરસ્ત મનુષ્યનું કલેજું ૩ા રતલ વજનનું હોય છે. પેટની બખોલમાં જઠરની નીચે માંસનો ગોળો છે તેમાંથી નીકળતો રસ માંસરસ કહેવાય છે.

કાળજાનું કામ—કલેજું ખાધેલા પીધેલા ખોરાકને પચાવી લોહી બનાવવાની ક્રિયાને પ્રત્યક્ષ કે પરોક્ષ રીતે મદદ કરે છે. એને બે મુખ છે.

ઉપલા મુખમાંથી જઠરમાંનો ખોરાકનો પાચન થઇ બનેલો પ્રવાહી દાખલ થાય છે. કલેજાના પ્રત્યેક કોષમાં કારખાનાની પેઠે પાચનક્રિયાને લગતું કામ સ્વતંત્ર રીતે ચાલ્યા કરે છે અને પાચનક્રિયાને જરૂર પડતા પ્રવાહીઓ ઉત્પન્ન થાય છે.

જઠરના ખોરાકમાંથી લીધેલું વધારાનું ધાડું અને મેલું (માતબર) લોહી (પ્રવાહી પદાર્થ) ન્હાના કોષોમાં પ્રવેશી પિત્ત બને છે. પિત્ત કોષોમાંથી બહાર નીકળી જુદી (પિત્તની) કોથળીમાં એકઠું થાય છે અને નકામું લોહી પણ કોષોમાંથી બહાર નીકળી જાય છે. કલેજું પિત્ત ઉત્પન્ન કરવા ઉપરાંત ધાડા મેલા લોહીમાંથી શર્કરા તેમજ ચરબીને સંગ્રહી—એકઠું કરી રાખે છે અને લોહીને ખપ પડે તેમ આપ્યા કરે છે.

જઠરમાં નરમ થયેલો ખોરાક આંતરડાંમાં પ્રવેશતાં માંસરસ મળી વધુ નરમ થાય છે અને એ ક્રિયાની પિત્તની કોથળીને ખબર થતાં તે તરત ઉઘાડે છે અને પિત્ત આંતરડાંના નરમ ખોરાકમાં મળી જાય છે એટલે ખોરાક એકરસ થઇ જાય છે તેમ ચરબીવાળા—તેલી પદાર્થને ઓગાળી લોહીમાં રુપાંતર કરે છે.

કલેજામાં પિત્ત ઉત્પન્ન કરવાની ક્રિયા રાતદિવસ બંધ પડ્યા વગર ચાલ્યા કરે છે તેથી એ વધુ કામ કરે છે તો પિત્ત વધી પડે છે ત્યારે બેચેની થાય છે એટલે પિત્ત થયું છે એમ કહેવાય છે.

કલેજાના કોષો નિરંતર કામ કરતાં થાકી ન જાય કે નબળા પડી ન જાય તેના માટે હ્રુદયમાંથી બીજે રસ્તે થઈ તાજું લોહી જઈ મળી (કોષોનું) પોષણ કર્યા કરે છે.

સાવચેતી—પિત્ત વધી પડે તો પિત્તને ખેંચી પોતામાં ભેરવી દેતી વસ્તુઓ ખોરાકમાં આપવી જોઇએ. કલેજાને તાજું લોહી મળ્યા કરે એવી હવા મેળવવી જોઇએ. ચરબી અને શર્કરા લોહીમાં મળી ન જાય તો પેટ વધી જાય છે. એવી સ્થિતિ બેસી રહેનારાઓની થાય છે તેથી લોહીમાં રુપાંતર થવા કસરત અને હિલચાલ વધારવી જોઇએ. બીર અને બીજા મદીરા વાપરવાથી કલેજા પર ઝટ અસર થાય છે અને કોષોના નાજુક તંતુઓ પેશીઓ) ની ખરાબી થઇ ઘણી વાર ગંભીર રોગો ઉત્પન્ન થાય છે, તેથી કેફથી કલેજાને દૂર રાખવું જોઇએ.

બરોળ—એનું બીજું નામ **પ્લીહા** છે. એ પણ નરમ ગોળો છે અને હથેળી જેવડો હોય છે. કુમાશમાં ઘટ્ટ અને રંગે જાંબુઓ હોય છે. વજનમાં આશરે ા રતલ હોય છે અને તે જઠરના ડાબા છેડાની પાસે આવેલી હોય છે.

ઉપયોગ અને તજવીજ—બરોળ પાચનક્રિયાને મદદ કરનાર છે. એ લોહીને કલેજામાં મોકલે છે તેમ લોહીના ઘટક સાથે એનો સંબંધ છે એટલે આ એક કલેજાના સંબંધનુંજ ઉપયોગી અંગ છે. બરોળ પર વિકાર થતાં પાચનક્રિયાને હરકત આવે છે.

બરોળ મલેરિયા (ઝેરી) તાવથી ફુલે છે ત્યારે શરીર ગળી જઇ પેટ વધેલું દેખાય છે. જંગલોનાં પાણીથી મલેરિયા તાવ ઉત્પન્ન થાય છે તેથી એવા પ્રદેશોમાં આ રોગ વિશેષ થાય છે. બરોળ વધતાં ફાટી જવાની દહેશત રહે છે; કેમકે એ ફાટતાં મૃત્યુ થાય છે. બરોળ સાચવવા મલેરિયા તાવને શરીરમાં નહિ પેસવા દેવા તજવીજ રાખવી એ સારામાં સારો ઉપાય છે.

મૂત્રપિંડ—એ બે ન્હાના અવયવથી બનેલું અંગ હોય છે. એ અવયવો શીંગના આકારના હોય છે. મૂત્રપિંડની લંબાઇ ૨ ઇંચની આશરે હોય છે. આ પણ કોષો અને નળીઓ મળી બનેલા માંસના ગોળાજ છે. એ પેઢાના પાછલા ભાગમાં બરડાની કરોડના નીચલા દરેક પડખામાં છેલ્લી પાંસળીની નીચે હોય છે અને અંતર્ગોલ (પોલી) બાજુઓ પીઠ ભણી વળેલી હોય છે. દરેક મૂત્રપિંડ કે ગુરદામાંથી એક લાંબી નળી નીકળી પેટની બન્ને બાજુએથી નીચે કોથળીમાં ઉતરે છે. આ મૂત્રપિંડની નળીઓની લંબાઇ ૧ ફૂટના આશરે હોય છે.

ઉપયોગ અને સંભાળ—મૂત્રપિંડ લોહીમાંથી મુતરના નામે પ્રવાહી કચરો જુદો પાડે છે અને નળીઓમાં ઉતરી કોથળીમાં એકઠો થઇ વખતો વખત નીકળે છે. મહેનત કર્યાં પછી મૂત્રપિંડને પવન લાગતાં ઝટ શરદી થાય છે અને દુ:ખદાયક કે રગસીઆ—લાંબો વખત પહોંચતા રોગો ઉત્પન્ન થાય છે યા ઘણીવાર મૃત્યુ થાય છે.

સૂર્ય.

રચના—સૂર્ય એ અતિ સખત બળતું વાતાવરણ છે. સઘળી ઉષ્ણુતા અને

પ્રકાશનું મૂળ સૂર્ય છે છતાં પૃથ્વીપર તો માત્ર સર્વ ગરમીનો બે અબ્જાંશમો ભાગજ આવે છે. વધુ ગરમી આવતી હોત તો પદાર્થ માત્ર વાયુરૂપ કે વેરાતાં પરમાણુરૂપ બની જાત અને વળી સૂર્યની ગરમી ખૂટી પડત. પણ બહુજ થોડો ભાગ આવતો હોવાથી સૂર્યની ગરમી ખૂટતી નથી.

સૂર્ય કદમાં બહુ ન્હાનો દેખાય છે પણ પૃથ્વી કરતાં ૧૩ લાખ ગણો મોટો છે. તે પૃથ્વીથી ૯ કરોડ ૨૬ લાખ મૈલ દૂર હોવાથી બહુ ન્હાનો દેખાય છે. આંખે આકાર ચપટો દેખાય છે પણ દૂરબીનથી ગોળ દેખાય છે. આખો ગોળો પ્રકાશમાન છતાં માત્ર અર્ધો ગોળોજ પ્રકાશિત દેખાય છે. સૂર્ય બહુ મોટો હોવાથી પૃથ્વીને પોતાના તરફ ખેંચે છે અને પૃથ્વી દૂર જવાનું કરે છે તેથી એ સૂર્યની આજુબાજુ નિરંતર ફર્યા કરે છે. એજ પ્રમાણે કેટલાક ગ્રહોને સૂર્ય પોતાની ચોતરફ ફેરવ્યા કરે છે.

સૂર્યનું દ્રવ્ય–પરમાણુઓ પૃથ્વીના જેટલું ઘટ્ટ નથી તેથી એ પૃથ્વી કરતાં ૧૩ લાખ ગણો કદમાં છતાં વજનમાં માત્ર ૩ા લાખ ગણોજ ભારે છે એટલે પૃથ્વી કરતાં સૂર્યનાં પરમાણુ ¼ સ્નેહાકર્ષણથી જોડાયેલાં હોય છે.

નરી આંખે દેખાતો સૂર્ય માત્ર વચલો ઘટ્ટ ભાગ છે. એ વચલો ઘટ્ટ ભાગ તેજાવરણ (તેજનું પડ) કહેવાય છે. આ પડ લોઢું, નિકલ, રૂપું, સોનું ઇત્યાદિ ધાતુની વરાળથી અને વાયુથી બનેલું છે.

તેજના પડની ઉપર હજારો મૈલ પ્રસરેલું રંગાવરણ (રંગનું પડ) હલકી વરાળનું બનેલું હોય છે તેમાં થઇ પ્રકાશ (તેજાવરણનું તેજ) આવે છે. રંગાવરણની બહારની બાજુએ લાખો મૈલ ફેલાયેલું મુકુટાવરણ (મુકટ પડ) છે. આ રંગાવરણ અને મુકુટાવરણથી તેની વરણમાંથી નીકળી પૃથ્વી પર આવતી ગરમી નરમ પડી અર્ધી અસરવાળી રહે છે. આ આવરણ ખગ્રાસ ગ્રહણ વખત દેખાય છે પણ હમેશાં પ્રકાશને લીધે અદૃશ્ય થઇ જાય છે, જેમ સૂર્યના પ્રકાશથી દિવસે તારા અદૃશ્ય થાય છે તેમ.

સૂર્ય પરના ઢેકા:—સૂર્ય ઉપર ઉપસી આવેલા ચળકતા વિચિત્ર આકારના ઢેકા હોય છે. આ ઢેકામાં હંમેશાં ફેરફાર થયાં કરે છે અને તે તેજાવરણથી કોઇ વાર લાખો મૈલ દૂર ફેલાઇ જાય છે. આ ઢેકા સૂર્યમાંથી નીકળતા પ્રકા-

શિત વાયુના સમૂહ છે. આ પ્રકાશિત ઢેકાની ગતિ કેટલીક વાર દર સેકન્ડે ૧૫૦ મૈલની હોય છે.

સૂર્યમાં થતાં તોફાન:—સૂર્યમાં રાત દિવસ નિરંતર મોટાં તોફાન થયાં કરે છે. સૂર્ય એ બળતું વાતાવરણ છે તેથી અતિ ગરમીથી ગરમ થયેલા વાયુ અને ઝગઝગતી વરાળથી આ તોફાનો થયા કરે છે.

સૂર્ય પરનાં કાળાં ધાબાં–કાળા ડાઘ–કાળા ડાઘાઃ—સૂર્યના તેજાવરણ ભાગમાં પૃષ્ટ પર વાયુથી ભરેલાં બાકાં હોય છે. આ બાકાંમાંનો વાયુ નીચેથી (વાયુની અંદર આવેલાં તેજાવરણ ભાગમાંથી) પ્રકાશને બહાર નીકળવા દેતો નથી તોપણ ઉલટું પ્રકાશનું શોષણ કર્યાં કરે છે તેથી તેજાવરણ ભાગપર કાળાં ધાબાં જણાય છે. આ કાળાં ધાબાનો વિસ્તાર કરોડો મૈલનો હોય છે. વિસ્તારમાં હમેશાં ફેરફાર થયા કરે છે. આવાં ધાબાં ઠામ ઠામ હોય છે. આ ધાબાંની ગતિ પૂર્વથી પશ્ચિમ તરફની હોય છે અને પશ્ચિમ તરફ જતાં પ્રત્યેક ધાબુ કેટલાક દિવસ દેખાઈ અદસ્ય થાય છે અને વળી ૧૨ દિવસે પૂર્વ તરફ તેજ ધાબું દેખાય છે. આ ઉપરથી એમ અનુમાન થાય છે કે સૂર્ય પોતાની ધરીપર પૂર્વથી પશ્ચિમ તરફની ગતિમાં ફરે છે અને કક્ષામાં ૨૫ દિવસમાં ફરી રહે છે. ડાઘાની–કાળાં ધાબાંની સંખ્યામાં વર્ષો વર્ષ ફેર પડે છે--વત્તાં ઓછાં દેખાય છે. દર ૧૧$\frac{1}{2}$ વર્ષે વધારેમાં વધારે સંખ્યામાં દેખાય છે. કાળાં ધાબાંની સંખ્યાપર વરસાદનો આધાર રહે છે એમ હાલ અનુમાન કરવામાં આવે છે. જે વરસે ધાબાં વધુ દેખાતાં હોય તે વર્ષે વરસાદ કમી થાય છે એમ માનવામાં આવે છે.

સૂર્ય એક તારો છે:—આવો ચમત્કારી સૂર્ય માત્ર આકાશના અસખ્ય તારા જેવો એક તારો છે. આથી પ્રભુની–તેના કર્તાની મહાન્ શક્તિનું આપણને ભાન થાય છે.

ચંદ્ર.

રચના:—ચંદ્ર જાતે પ્રકાશિત નથી; પણ અપ્રકાશિત અપારદર્શક ગોળો છે. સૂર્યનો પ્રકાશ ચંદ્રના પૃથ્વી તરફના અર્ધા ભાગ પર પડી પરાવર્તન પામી પૃથ્વી તરફ આવે છે તેથી એ પરપ્રકાશિત ચંદ્ર આપણને દેખાય છે. આંખ વડે જોતાં ચંદ્રની સપાટીનો કેટલોક ભાગ બીજા કરતાં વધુ કાળો દેખાય છે, પણ દુરબીનથી જોતાં એમાં ટાઢા પડી ગયેલા મોટા જવાળામુખી

પર્વતોની હારો, ખીણો અને મેદાનો જણાય છે. પ્રથમ એ મેદાનોને સાગર માનતા હતા પણ હાલ ધારવામાં આવ્યું છે કે ચંદ્ર પર સરોવર કે નદીઓ નથી અને બિલકુલ પાણી નથી તેથી વાદળાં થતાં નથી અને વાતાવરણ પણ જાણવા જેટલું નથી.

ચંદ્ર પૃથ્વીના ૧/૪૯ ભાગ જેવડો છે પણ વજનમાં પૃથ્વીના વજનના ૧/૮૧ ભાગ જેવડો છે એટલે ચંદ્રનું દ્રવ્ય–પરમાણુઓ પૃથ્વીના પરમાણુઓ કરતાં આછાં હોય છે.

ચંદ્રનું કદ પૃથ્વી કરતાં ન્હાનું છે અને તેનાં પરમાણુ આછાં છે તેથી તેનું તેના પૃષ્ટપર થતું આકર્ષણબળ પૃથ્વીના પૃષ્ટપર થતા આકર્ષણબળથી માત્ર ૧/૬ ભાગ જેટલું હોય છે તેથી પૃથ્વીપરનો ૬ રતલ બોજો ચંદ્રપર લઇ જતાં માત્ર ૧ રતલનો થાય છે. ચંદ્ર પૃથ્વીથી ૨૪૦૦૦૦ મૈલ દૂર છે છતાં પૃથ્વીને ચંદ્ર વચ્ચે બીજો આકાશી પદાર્થ નથી. કોઇ વખતે વચમાં ધૂમકેતુ કે ખરતા તારા આવે છે.

ચંદ્રની કળાની વૃદ્ધિ અને ક્ષયઃ—દર માસે સુદ પડવાની રાત્રીએ સૂર્ય આથમતાની સાથે પશ્ચિમમાં ચંદ્ર ઝાંખા તેજવાળો સુંદર અળાયા (અલાયા-ઓળાયા) જેવો દેખાય છે અને દરરાત્રીએ પૂર્વ તરફ ખસેલો જણાય છે. નરી આંખે બીજને દિવસે દેખાય છે તેથી બીજના ચંદ્રનાં દર્શન કરવા—બીજનો ચંદ્ર જોવા રિવાજ પડી ગયેલો હોય છે. ચંદ્ર જેમ પૂર્વ તરફ ખસતો જાય છે તેમ આકાશમાં વધુ વખત રહે છે અને મોટો થતો જાય છે. પંદર દિવસમાં પૂરેપૂરો વધી રહે છે અને સૂર્યાસ્ત વખતે પૂર્વમાં ઉગી આખી રાત્રી આકાશમાં ફરી સૂર્યોદય થતાં પશ્ચિમમાં અસ્ત થાય છે. પછી વદ પડવાથી રોજ મોડો મોડો પૂર્વમાં ઉદય થાય છે અને આકાશમાં સૂર્યોદય સુધી રહે છે. એમ ઘટતાં ઘટતાં વદી અમાસે બિલકુલ દેખાતો નથી. પણ સુદી પડવે વળી પશ્ચિમમાં સૂર્યાસ્ત પછી દેખાય છે. આ રીતે ચંદ્રની કળામાં વૃદ્ધિ (વધારો) અને ક્ષય (ઘટાડો) થયા કરે છે.

ક્ષયવૃદ્ધિનું કારણઃ—પૃથ્વી સૂર્યની આજુબાજુ ફરતી પોતાની ધરી પર ફરે છે તેથી તે ગ્રહ કહેવાય છે, પણ ચંદ્ર પૃથ્વીની આજુબાજુ ફરી સૂર્યની આજુબાજુ ફરે છે તેથી એ ગ્રહનો ગ્રહ એટલે ઉપગ્રહ (ન્હાનો ગ્રહ)

કહેવાય છે. ચંદ્ર પૃથ્વીની આજુબાજુ ૨૯ા દિવસમાં ફરી રહે છે. વળી ચંદ્ર ફરતી વખતે તેની એકની એકજ બાજુ પૃથ્વી તરફ રહે છે એટલે પૃથ્વીની આજુબાજુ ફરે છે તેટલાજ વખતમાં તે પોતાની ધરી પર ફરી રહે છે તેથી માત્ર ચંદ્રનો અર્ધો ભાગજ આપણને દેખાય છે ને તેથી ચંદ્રની કળા જોવામાં આવે છે.

સૂર્યપરથી ચંદ્રપર પ્રકાશ પડતાં ચંદ્ર સૂર્ય અને પૃથ્વીની વચમાં હોય ત્યારે સૂર્ય તરફના અર્ધા ભાગપર અજવાળું પડી સૂર્ય તરફ પરાવર્તન પામે છે તેથી સૂર્ય તરફનો ચંદ્રનો ભાગ પ્રકાશિત થાય છે, પણ પૃથ્વી તરફનો ભાગ અંધારામાં આવવાથી દેખાતો નથી; કેમકે પૃથ્વી તરફના ચંદ્રના અર્ધા ભાગ પર અજવાળું પડતું નથી. અમાસે રાત્રે આ પ્રમાણે ચંદ્ર, સૂર્ય અને પૃથ્વી વચ્ચે આવે છે તેથી એ રાત્રે ચંદ્ર પૃથ્વીપર દેખાતો નથી, પણ સૂદ પડવેથી સૂર્ય અને પૃથ્વીની સીધી લીટીથી ચંદ્ર દૂર ખસતો જાય છે તેથી રોજ રોજ વધારે વધારે પ્રકાશિત ભાગ દેખાય છે, અને એ રીતે ચંદ્રની કળા દેખાય છે. આ ચંદ્રની વૃદ્ધિ છે. ચંદ્રની પોતાની ગતિ કરતાં પૃથ્વીની ગતિ ઉતાવળી છે તેથી આજે ચંદ્ર જે જગ્યાએ દેખાતો હોય તે સ્થળે દેખાવાને ચંદ્ર આવી પહોંચતાં ૫૪ મિનિટ વાર લાગે છે તેથી ચંદ્ર દરરોજ ૫૪ મિનિટ મોડો દેખાય છે તેથી અંધારીઉં દરરોજ લંબાતું જાય છે અને એજ રીતે અજવાળીઉં પણ દરરોજ વધતું જાય છે.

ચંદ્રગ્રહણ—ચંદ્ર ન્હાનો છે તેથી ચંદ્ર અને સૂર્યની વચ્ચે પૂર્ણિમાની રાત્રીએ પૃથ્વી તદ્દન સીધી લીટીમાં આવી જાય તો સૂર્યનો પ્રકાશ ચંદ્રપર જઇ શકતો નથી એટલે પૃથ્વીના પડછાયામાં ચંદ્ર આવી જાય છે. ચંદ્રપર પ્રકાશ ન પડવાથી દેખાતો નથી ત્યારે ચંદ્રગ્રહણ થયું કહેવાય છે. દર પૂનેમે ચંદ્ર, સૂર્ય અને પૃથ્વી એક સીધી લીટીમાં આવી જતાં નથી તેથી દર પૂનેમે ચંદ્રગ્રહણ થતાં નથી.

સૂર્યગ્રહણ—અમાસને દિવસે ન્હાનો ચંદ્ર સૂર્ય અને પૃથ્વીની વચમાં તદ્દન સીધી લીટીમાં આવી જાય ત્યારે ચંદ્રપરથી સૂર્યનો પ્રકાશ પરાવર્તન પામી પૃથ્વી તરફ થોડા ભાગમાં ચંદ્રનો પડછાયો પડે એટલે સૂર્ય તેટલા ભાગમાં દેખાય નહિ ત્યારે સૂર્યગ્રહણ થયું કહેવાય છે. દર અમાસે એ ત્રણે પદાર્થ એક સીધી લીટીમાં આવી જતા નથી તેથી દર અમાસે સૂર્યગ્રહણ

થતું નથી. ચંદ્ર ન્હાનો હોવાથી તે આડે આવતાં તેની છાયા પડે તેટલા ભાગનેજ સૂર્યગ્રહણ દેખાય છે.

ચંદ્રપર પ્રાણી કે વનસ્પતિ નથીઃ—ચંદ્રપર ૧૪।। દિવસનો દહાડો અને ૧૪।। દિવસની રાત્રી હોય છે. દહાડો હોય ત્યારે ચંદ્રનું પૃષ્ટ અતિશય તપે છે. પાણીની વરાળ પાણી વગર નહિ હોવાથી ગરમી શાન્ત પડતી નથી પણ વાતાવરણ નહિ હોવાથી પડતી ગરમી કિરણ રુપે (ઇથર મારફત) અવકાશમાં પ્રસરી જાય છે તેથી દહાડે ઉષ્ણમાન ઠારબિન્દુ–બરફ બનવાના બિન્દુ જેટલું ઠંડું રહે છે અને ૧૪।। દિવસના અંધારામાં ૩૦૦૦ શૂન્ય નીચે ગરમી ઉતરી જાય છે એથી ગરમીના અભાવે પ્રાણી કે વનસ્પતિ ચંદ્રપર જીવી શકતાં નથી તેથી ત્યાં વસતિ નથી.

ગ્રહો અને તેમની કક્ષાઓ ગ્રહોઃ—**પૃથ્વી, બુધ, શુક્ર, મંગળ, બૃહસ્પતિ–ગુરૂ, શનિ, યુરેનસ અને નેપચ્યુન** એ આઠ ગ્રહ કહેવાય છે; કેમકે તેઓ સૂર્યની આસપાસ ફરે છે. ગ્રહને ફરવાનો માર્ગ કક્ષા કહેવાય. આ કક્ષામાંથી તે કદી ખસતા નથી અને ફરતાં કદી અટકતા નથી. સૂર્યની પાસે પહેલી કક્ષા બુધની, બીજી શુક્રની, ત્રીજી પૃથ્વીની, ચોથી મંગળની, પાંચમી ગુરુની, છઠ્ઠી શનિની, સાતમી યુરેનસની અને આઠમી નેપચ્યુનની છે.

અંદરના અને બહારના ગ્રહોઃ—પૃથ્વી અને સૂર્યની વચ્ચેના હોવાથી બુધ અને શુક્ર એ બે ગ્રહો અંદરના અને બાકીના પાંચ ગ્રહો બહારના કહેવાય છે.

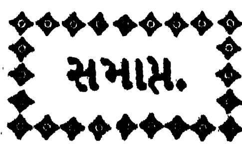
બુધ સૂર્યની પાસેનો પહેલો ગ્રહ છે. એ સૂર્યોદય પહેલાં કે સૂર્યાસ્ત પછી વધારેમાં વધારે ૧। કલાક સુધી ક્ષિતિજમાં દેખાય છે એથી જે દેશોમાં બન્ને વખત લાંબા સમય સુધી ઝળઝળું રહે છે તે દેશોમાં એ બરાબર દેખાતો નથી; કેમકે ઝળઝળાને લીધે એ ઝાંખો પડી જાય છે. **કોપર્નિકસ** ખગોળવેત્તા એજ કારણથી બુધને જોઇ શકયો નહોતો. આપણા દેશમાં તો એ દર વરસે કેટલાક દહાડા સહેલથી જોઇ શકાય છે. ચંદ્રની પેઠે એની કળામાં વધઘટ થાય છે પણ બરાબર જોઇ શકાતી નથી. એકલી આંખે જોતાં બુધ ચળકતો પીળચટો જણાય છે. બુધ અને સૂર્ય વચ્ચેનું અંતર ૩।। કરોડ મૈલનું છે. એટલે પૃથ્વી અને સૂર્ય વચ્ચેના અંતર કરતાં એ અંતર ૨।। ગણા કરતાં પણ ઓછું છે તેથી સૂર્યનાં કિરણનો પ્રકાશ અને તાપ (ગરમી) પૃથ્વીપરના

પ્રકાશ અને તાપ કરતાં ઘણો વધારે એટલે સાત ગણો પડે છે. બુધ પોતાની ધરી પર ૨૪ કલાકમાં ફરી રહે છે છતાં હાલની શોધે આ ગતિ ૨૪ કલાકની નહિ પણ ૮૮ દિવસની મનાય છે ! બુધ પોતાની કક્ષામાં સૂર્યની આજુબાજુ ૮૬ દિવસમાં ફરી રહે છે. કદમાં બધા ગ્રહો કરતાં બુધ ન્હાનો છે.

શુક્ર.

બધા ગ્રહોમાં શુક્ર વધુ પ્રકાશિત અને સુંદર છે. અંધારી રાતે એના તેજથી પ્રકાશ જણાય છે અને સૂર્યના તેજથી તદ્દન ઝાંખો ન પડતાં કેટલીકવાર દિવસે પણ દેખાય છે. એ ગ્રહ કેટલીકવાર પશ્ચિમમાં સંધ્યાકાળે અને કેટલીકવાર પૂર્વમાં સવારમાં મળસ્કે દેખાય છે, અને વધુમાં વધુ ત્રણ કલાક દેખાય છે. શુક્રની કળા બદલાયા કરે છે. એના પૃષ્ટપર ચંદ્રની પેઠે દુરબીનથી પર્વતો દેખાય છે. પૃથ્વીથી શુક્ર નજીકમાં નજીક આવતાં ૨॥ કરોડ મૈલના અંતરે રહે છે અને દૂર જતાં વધુમાં વધુ ૧૬ કરોડમૈલનું અંતર પડે છે તેથી બિંબના દેખાવમાં તફાવત જણાયા કરે છે. એટલે કોઇવાર ગોળ, કપાયેલો મોટો ગોળ, અર્ધગોળ, અળાયા (અલાયા) આકાર રૂપનાં બિંબ જણાય છે. શુક્ર સૂર્યથી ૬॥ કરોડ મૈલ દૂર છે પણ પૃથ્વી કરતાં સૂર્યની પાસે છે તેથી તાપ અને પ્રકાશ બમણો પડે છે તેથી ત્યાંની સાધારણ હવા આપણી હવા કરતાં ઘણી ગરમ હોય છે. શુક્રની આસપાસ વાતાવરણ હોય છે પણ અતિશય વાદળાં હોવાથી એ વાતાવરણ જોઇ શકાતું નથી. શુક્રના બન્ને ધ્રુવ પાસે બરફનાં મોટાં મેદાનો છે. કદમાં શુક્ર પૃથ્વી જેવડો મોટો છે. એ સૂર્યની આજુબાજુ ૨૨૪ દિવસમાં ફરી રહે છે. પોતાની ધરીપર ૨૩ કલાકમાં ફરી રહે છે, પણ હાલની શોધ પ્રમાણે ૨૨૫ દિવસે ફરી રહે છે એમ મનાય છે.

પૃથ્વીની ધરી પોતાની કક્ષા સાથે ૬૬॥ અંશનો ખૂણો કરે છે પણ શુક્રની ધરી પોતાની કક્ષાની સાથે ઘણો મોટો ખૂણો કરે છે તેથી શુક્રપર પૃથ્વીના જેવા ઋતુભેદ થવા છતાં અહીંના કરતાં ચમત્કારી થતા હશે એમ મનાય છે.



લાઈબ્રેરીમાં રાખવા જેવાં તૈયાર પુસ્તકો.

સૃષ્ટિશાસ્ત્ર ભાગ ૧-૨ (ધો. ૫-૬ ના વિદ્યાર્થીઓ તથા શિક્ષકો માટેજ ખાસ તૈયાર કર્યું છે. દરેક ભાગની **કિંમત ચાર આના.**

બુદ્ધ ધર્મ અને સંઘ—બૌદ્ધ ધર્મ વિષેની ટૂંકામાં અને સરળ રીતે પુરેપુરી માહિતી આપનારાં શ્રીમંત મહારાજા શ્રી સયાજીરાવ ગાયકવાડની સમક્ષ અપાએલાં ત્રણ ભાષણ. કિંમત ૭ આના.

કિન્ડરગાર્ટન માર્ગદર્શિકા—નવાં ધોરણો પ્રમાણે કિન્ડરગાર્ટનનો વિષય શિખવવા માટે બક્ષિસોનાં ચિત્રો સાથે ખાસ તૈયાર કરવામાં આવ્યું છે. કિંમત કાચા પુંઠાના ૭ આના અને પાકા પુંઠાના **આઠ આના.**

રત્નમાળા. (ગુજરાતની પ્રાચીન ઐતિહાસિક વાતોનો મહત્વનો સંગ્રહ. કર્તા કવીશ્વર દલપતરામ ડાહ્યાભાઈ. બીજી આવૃત્તિ.) કિ. ૦-૧૨-૦

ગણિતના હજાર દાખલા—(શિક્ષકો અને વિદ્યાર્થી બન્નેને ઉપયોગી.) કિં. ૦-૧૨-૦

શ્રીમંત સયાજીરાવનું બીજી ઔદ્યોગિક પરિષદમાં ભાષણ કિ. ૦-૩-૦

બચપણનો બહાર—બાળકેળવણીના સંબંધમાં માબાપોને ઉત્તમ સલાહકાર. દરેક કુટુંબમાં અને લાયબ્રેરીમાં ખાસ સંગ્રહવા યોગ્ય. કિ. રૂ. ૧ાા.

દલપત સતસઈ—કવી૦ દલપતરામ ડાહ્યાભાઈ કૃત ૭૦૦ દૃષ્ટાંતિક દોહરા. આબાળ વૃદ્ધ અને સ્ત્રી પુરૂષ સર્વને સરખા ઉપયોગી. બીજી આવૃત્તિ. કિંમત ચાર આના.

આ તથા બીજાં સર્વે ગુજરાતી પુસ્તકો મળવાનું ઠેકાણું:—

છગનલાલ અમરશી મહેતા.

મેનેજર—પ્રિન્ટિંગ એન્ડ બુક્સ એજન્સી.

અમદાવાદ.

ગુજરાતી શબ્દકોષ.

આ કોષમાં "નર્મકોષ" ના શબ્દો ઉપરાંત હજારો શબ્દો વધારે સંગ્રહ કરવામાં આવ્યો છે. શબ્દોની વ્યુત્પત્તિ અને આધાર પ્રાચીન ગ્રંથો તેમજ આધુનિક લેખકોનાં લખાણોમાંથી અવતરણ પણ આપવામાં આવ્યાં છે. મોટા કદનાં પૃષ્ઠ ૧૦૦૦ ઉપર. પુઠું સોનેરી. કીમત મહેનતાણા પ્રમાણમાં ઓછી—માત્ર છ રૂપીઆ.

શ્રીકૃષ્ણ-જીવન.

સુપ્રસિદ્ધ લેખક બાબુ નવીનચંદ્રસેનના બંગાળી ગ્રંથોનાં ગદ્ય ભાષાન્તર આ પુસ્તકમાં નીચે પ્રમાણે પ્રકરણો છે:—(૧) પૂર્વસ્મૃતિ. (૨) ગોકુળ (૩) શ્રીમતી. (૪) સુખનાશ. (૫) સંમેલન. (૬) મહાભારત. (૭) છાયા. (૮) અભિશાપ. (૯) મહાપ્રસ્થાન. (૧૦) પ્રાયશ્ચિત. (૧૧) અંતિમ

નામદાર બ્રિટિશ સરકારે ઇનામ માટે તથા વડોદરા રાજ્યે ઇનામ તથા લાઇબ્રેરીઓ માટે મંજુર કર્યું છે. કીમત પાંચ આના.

વિદ્યુતબુદ્ધિનો વિવાહ.

કૉલેજો, શાળાઓ વગેરેના મેળાવડા વખતે ભજવી શકાય તેવું બે ઘડી ગમ્મત કરાવનારૂં હાસ્યરસપ્રધાન ત્રણ અંકનું ઓપેરા વિનાનું નવું નાટક. વડોદરા રાજ્યની શાળાઓમાં ઇનામ તથા લાઇબ્રેરીઓ માટે મંજુર થયું છે. કીમત સાત આના.

કુસુમ માળા.

સચિત્ર—ચોથી આવૃત્તિ.

રા. રા. નરસિંહરાવ ભોળાનાથનાં કાવ્યોનો સંગ્રહ. કીં. આઠ આના.